التطور والسجل الحفرى

قراءات من المجلة العلمية الأمريكية

مع مقدمة

بقلم/ ليون . لاپورت

بجامعة كاليفورنيا ، سانت كروز



ترجمة
محمد السيد غلاب

مؤسسة شباب الجامعة
٤٠ ش الدكتور مصطفى مشرفة
ت ٤٨٣٩٤٧٢ - اسكندرية



مقدمة الترجمة العـربية

بسم الله الرحمن الرحيم

« قل سيروا فى الأرض فانظـروا كيف
بدا الخلق ثم الله ينشىء النشاة الأخرة ان
الله على كل شىء قدير ٠

(صدق الله العظيم)
العنكبوت ٢٠

التطور نظرية فى الخلق ، ربما سـبق اليهـا فلاسـفة الاغريق فى القـرن السابع ق ٠ م ٠ اذ اشار اليها انكسمندر الذى ولد سنة ٦١٠ ق٠م كما قال بهـا فلاسفة العرب العلميون الذى يقال لهم اخوان الصفا ، فى الرسـالة العـاشرة ٠ والقارىء لما ورد فى هذه الرسالة ليستبصر ما وصل اليه هؤلاء العلمـاء من نظريات تكاد تقترب من نظرية داروين الذى جاء بعدهم بنحو ثمانية قرون ٠ غير انهم يسـمون حكمية الهية ما اسماه داروين انتخابا طبيعيا فقد ذكروا « ان الحكمة الالهية لم تعط حيوانا عضوا لا يحتاج اليه فى وقت جر المنفعة او دفع المضرة ، لأنه لو اعطـاها ما لا تحتاج اليه لكان وبالا عليها فى حفظها وبقائها » ٠

وامامنا غير رسائل اخوان الصفا كتابان للعلامة ابى على احمد بن محمد بن مسكويه الخازن المتوفى عام ٤٢١ هـ · اولهما كتاب « الفوز الأصغر » والثانى « كتاب تهذيب الأخلاق » · وفيهما يشرح تدرج المخلوقات من الجماد الى النبات ومن النبات الى الحيوان · وقد شرح الأستاذ الدكتور عبد الحليم منتصر آراء علماء المسلمين ، بما فيها آراء ابن خلدون فى مقدمة الترجمة العربية لكتاب أصل الأنواع ·

وهذه النظرية التى تتضمن نشأة الأحياء كلهـا من أصل واحد ، ثم تفـرعها وتشعبها وارتقاء بعضها واندثار البعض الآخر على مدى آلاف الملايين من السنين ، تبعا لمتطلبات البيئة دائمة التغير والتقلب ، لم تعتمد على علم واحد ، بل على عديد من العلوم الفيزيقية والاحيائية منها علم الأجنة وعلم الوراثة وعلم التشريح (فى النبات والحيوان) · تجمع قرائنها الكبرى مما احتفظت به الأرض بين طياتها من بقـايا الأحياء القديمة أو طوابعها أى ما يعرف بالحفريات أو المتحجرات ومن ثم كان علـم الجيولوجيا ، بل علومها اكبر سند لهذه النظرية ·

ولم تكن هى النظرية الوحيدة التى تحاول تفسير الخلق ، بل كان ينـاظرها نظرية الكوارث التى قال بها كوفييه · أى أن الخلق كان يحدث بالتتابع ، خلقـا من بعد خلق ، خلق يظهر ثم تنتابه كارثة تقضى عليه ويخلقه خلق آخر وهكذا ·

الا ان نظرية الكوارث لم تفسر الرابطة العضـوية التى تربط الأنواع species بعضها بالبعض الآخر ، وتضعها فى أجناس genera أو التى تربط الأجنـاس بعضها بالبعض الآخر وتضعها فى عائلات families أو تربط العـائلات بعضها والبعض الآخر · وتضعها فى فصائل orders أو تربط الفصائل بعضها بالبعض الآخر وتضعها فى رتب classes أو تربط الرتب بعضها فى البعض الآخر وتضعها فى قبـائل phyla أو تربط القبائل بعضها بالبعض الآخر وتضعها فى تحت مملكة أو تربط التحت ممالك بعضها والبعض الآخر وتضعها فى مملكة واحدة أو تربط المملكتين الرئيسيتين وتضعهما فى شىء واحد هو الحياة ذاتها · فهذه الرابطة العضوية بين الكائنات الحية جميعا هى لب نظرية التطـور ·

ونظرية التطور لا تتعارض مطلقا مع الايمان بالله واحد خالق ، فان هنـاك حدودا يقف عندها العلم ولا يكاد يبين · صحيح تمكن العلماء من معرفة المادة الحيوية الأولى ، ولكن كيف نشأت · هذا ما يقف العلم ازاءه عاجزا ، كيف نشأت الحيـاة من سائل معين · انه هو الله الذى خلقها وبث فيها هذا الشىء القدسى الذى يسرى فى الخلية الأولى فتتحرك وتتنفس » وتنمو « وتتكاثر ، تنمو من الداخل ولا تزيد بالتراكم من الخارج مثل الجماد هذا الشىء القدسى فى النبات ، بل فى الأشنة والفطر هـو

نفسه الذى فى الانسان ، انها الروح ، فالخلية الحية ستظل معجزة الخلق · بل وان موتها لتفسح الطريق لغيرها هى ايضا معجزة الخلق « خلق الموت والحيـــاة » · وشخصية الخلية ذات النواة هى التى بدأت عملية التطور الكبرى منذ اربعـــة الاف مليون سنة ·

ثم تتابع الانجازات الحيوية الرائعة وصولا للنبات والحيوان منفصلين يتتابع تطور كل منهما ، حتى وصل الحيوان الى القشريات والقواقع ثم الأسماك الهلامية ، ثم الفقاريات التى تفرعت الى برمائيات ، وزحف الحياة الى البر وتفرعها وتشعبها خلال مئات الملايين من السنين حتى وصلت الى الثدييات ثم الرئيسيات ثم الانسان ·

والسجل الحفرى يحتفظ بطوابع الحياة ، منذ الخلية الأولى فى العصر الذى كان يظن انه سابق للحياة ، والذى اسماه الجيولوجيون عصر ما قبل الكامبرى ، حتى الوقت الحاضر ، سجل لنحو ثلاثة الاف من ملايين السنين ، جمعت بصبر طويل من ارجاء الأرض المختلفة ·

لابد لهذه الحياة اذن من خالق خلقها وقدرها تقديرا · والسؤال الذى لم يجب عليه هذا الكتاب او اى عالم اخر هو لماذا كانت خطوات التطور تاتى بما هو احسن وافضل واجمل واذكى واقدر على الحياة من سابقتها ؟ من السذاجة بمكان ان يقال ان هذا يرجع الى الصدفة · فالصدفة لا تاتى الا بما هو ضرب عشواء · ولسنا نجد فى الخلق ، من ابسط الخلايا الى الكائنات البحرية الدقيقة الى القيطس الى الفيل الى الانسان الا كمالا فى الخلق يسمى تكيفا ، وكمالا فوق كمال ، وجمالا فوق جمال· والصدفة اذا نجحت مرة لا يمكن أن تنجح بلايين المرات · بل لا بد من خالق مبـــدع مصور هو الذى زودها بزعانف فى البحر ، ورئات فى البر ، وعيون لا تبصر فى اعماق البحر ، وعيون تبصر فى البر واديما مشعرا فى البر واديما مريشا فى الجو ·

وليس التطوريون كلهم غير مؤمنين ، مثلهم مثل اى مجموعة من الكتاب او العلماء او المفكرين ، منهم المؤمنون ومنهم من هو غير ذلك ، ولا يمكن ان يرمى الفكر بالالحاد لأن هناك نفرا من المفكرين ملحد ، ولا يمكن ان يقال ان الفلاسفة كلهم غير مؤمنين لأن نفرا منهم غير مؤمن · بل هناك طائفة كبيرة من التطوريين لم تزده أدلة الخلق الا ايمانا فوق ايمان · ويشار اليهم عادة باسم اتبـــاع التطـــور الخلاق creative evolution · الذين يرون ان وراء كل عملية من عمليات التطور خالق مبـــدع ·

وهذا الكتاب الذى بين ايدينا يطوف بالقارىء من تاريخ نظرية التطور الى

وراثة مندل وطفرة المحدثين من علماء الوراثة · ويتتبع بدء ظهور الحيــــاة ، من الكاسيدها الأولى فى صوان ما قبل الكامبرى حتى الانسان · ويشرح باستفاضــــة الأحياء القديمة المجهرية لأنه يرى فيها مفاتيح لبدء تطور الحياة ،ثم الغــــابات المتحجرة ، ليس هذا فحسب ، بل يدرس آثار الديدان الدقيقة فى قاع البحر الذى دفعته الحركات الأرضية الى السطح وتصلب وأصبح حجارة ·

ويتطرق لمسألة انقراض الأحياء التى حدثت أكثر من مرة ، ولعله يعيد بعض الاعتبار لكوفييه الذى قال بنظرية الكوارث ، ولكنه اعتبار على أية حال محدود · ولمسألة تطور القارات ، بوصفها نظرية فى تركيب الأرض من ناحية ، ومفسرا لتوزيع حفريات الحيوانات المنقرضة والباقية من ناحية أخرى ·

وأخيرا فقد ألقى الضوء على تعدد ما يسمى بالأنواع البشرية البائدة وارجعها الى نوعين فقط ، الانسان منتصب القــامة والانسان العاقل أو الحالى ·

هذا كتاب حديث ، يجمع بين دفتيه مقالات متخصصة الى حد كبير أقدمها مقــال واحــد كتب عــام ١٩٤٧ ، ومقـــال كتب عــام ١٩٥٠ وآخر ١٩٥١ وعام ١٩٥٦ ·

أما بقية المقالات فكتبت معظمها فى الستينيات والسبعينيات · ولذلك فهو لا يفتقد الى عنصر الطرافة ، وربما صدم البعض فى حداثة النظريات التى أتى بها ، لأنها تعتمد على أدلة وقرائن حديثة ·

ومن ثم فهو كتاب جدير بأن يقرأ ويدرس ·

المترجم

محمد السـيد غلاب

تقـــديم

لم تكن الارض قط دائما كما هى عليه الآن ، كما انها لن تظل على حالها هذا فى المستقبل · بل الأرجح انها ذات بداية ، وستكون لها ايضا نهاية · فقد تكونت من الغاز الكونى ومن التراب منذ ما يقرب من خمسة بلايين من الأعوام ، وسوف تلتهمها الشمس الممتدة بعد بليون عام اخرى · والحياة ــ على قدر علمنا ــ ظاهرة فريدة يتميز بها كوكبنا ، كما أن قدرها المحتوم امر مرتبط بها · فالحياة اذن لها بداية ، وهى تمر الآن بمرحلة ازدهار وسوف تلقى حتما نهاية · ويحمل كل منا فى وجوده الفردى لحظـة عابرة من عمر الحياة انحدرت الينا عبر أجيال لا حصر لها عبر بليون سنة · فتأمل ، انت وأنا ننحدر من اصول سلفت وسبقت فى الوجود قبلنا من الرئيسيات ومن قبلها الثدييات ، وتلك انحدرت من الزواحف ، ومن قبلها البرمائيات التى عاشت فى زمن الحياة القديمة ، وهذه انحدرت من الأسماك البدائية · وهذه انحدرت من مخلوقات شبيهة بالديدان ظهرت فى أواخر العصر السابق للعصر الكامبرى ، واصل هذه عضويات بسيطة تتكون كل منها من خلية واحدة ، كانت تطفو فوق البحار العتيقة ·

وتشتمل هذه المجموعة من القراءات على ملخص عام للتطور وتاريخ الحياة ــ حياتنا ــ كما يسجلها تتابع الحفريات المحفوظة فى قشرة الأرض · ومثل اى تاريخ ، يزداد السجل الحفرى غموضا كلما أوغلنا فى الماضى ، ورغم هذا فاننا نستطيع أن نتبين خطوات التطور الكبرى ومعالم اصل الحياة وتفرعها المبكر · وكلما اقتربنا من الزمن

الحاضر ، ازدادت الصورة وضوحا وأمكننا أن نتتبع ونفهم تسلسل انواع من الحياة، فهما كاملا بكل وضوح • فازدهار الحياة وانكماشها مرتبط فى فهمنا بتطور هذا الكوكب الجيولوجى ، والفضل فى ذلك يرجع الى نظريات التكوينات القارية التكتونية •

وقد اختيرت هذه القراءات لتعطى تمثيلا عاما للمسائل والقضايا التى تشـغل اذهان علماء الحفريات (الأحياء القديمة) ، وهم الذين يعنون بدراسة الحياة القديمة• وتهتم بعض المقالات بالصورة الكبيرة ، وبعضها بالتفاصيل الدقيقة • وبعضها يهتـم بالتركيب العضوى للحفريات ، تشريحها ووظائف أعضائها وبيئاتها ، وبعضها بما تدل عليه هذه الحفريات ، اى بالعالم غير العضوى الذى كانت تعيش فيه كما تضمنت هذه المجموعة مقالات تشرح ظاهرة التطور ذاتها ، اى بالأساس النظرى الذى يفسر الوثائق التاريخية التى تمثلها الحفريات •

وستلاحظ أن بعض المقالات يرجع الى جيل مضى أو نحو ذلك ، ولكنها لا تزال تحمل طابع الجدة ، كيوم كتبت تماما • غير انى بطبيعة الحال كنت اعمل جـاهدا على أن تكون المعلومات التى أقدمها لاحقة بركب التقدم العلمى وما جـــد من كشوف أو تفسيرات ، وذلك فى المقدمات التى قدمت بها كل جزء من أجزاء الكتاب • والحق أن كل المقـالات قطع خالدة معروفة ، كتبها العلماء الذين أسهموا فعلا فى نظرية التطور وتاريخ الحياة على ظهـر الأرض •

وسنبدأ بمناقشة ظاهرة التطور (القسم الأول) ثم ننتقل الى أقدم الأدلة على ظهور الحياة فوق الأرض (القسم الثانى) • ومنا من يحتاج الى معرفة كيف تتكون الحفريات ، وما تنبىء به عن أحوال العالم القديم (القسم الثالث) ثم عنى القسم الرابع بعـدة حالات خاصة من التطور ، وأخيرا تنتهى فى القسم الخامس بملاحظات عامة عن بعض أنماط كبرى لوحظت فى تطور الحياة •

وانى أرى أن هذه المقالات لن تقتصر فائدتها على مبادىء علم الحفريات ، ولكنها ستكون أيضا مفيدة فى المقررات الخاصة بعلم الحياة التطورى ، اذ أنها تمد الطالب ببعض الأدلة والقرائن التاريخية عن التطور • فعلم الحفريات كما لاحظنا فى المقدمة الرئيسية علم تاريخى له جوانب نظرية وتاريخية متكاملة • وكما أن علماء الحفريات فى حاجة الى أن يفهموا نظرية التطور ليفسروا نظرية الحفريات ، فان علماء الأحياء فى حاجة أيضا الى أن يدركوا نظرية التطور لكى تفسر لهم ما قـــد حـــدث من قبل •

واخيرا فانى امل ان يمتلىء نفس القـارىء بالروعة والدهشة التى سـكبتها

فى نفسى نظرية التطور بعد قراءة هذا الكتاب • فالانسان دائما يتساءل من انا ؟ من اين جئت ؟ او كما قال احد الفلاسفة اخيرا « سيظل هدف البحث الأسمى هو الهدف الذى يخلب الالباب ، ما وراء ذلك كله • لم نحن هنا ، ما حجم العالم ، والى أين المصير ، ما هو النظام ، ما هو الجواب ، وما الى ذلك » •

ولعل القـــارىء يستمتع بهذه المجمـــوعة من المقـالات كمـــا استمتعت فى جمعها •

ليـــوف • لايورث

سانتا كروز ـ كليفورنيا

القســم الاول

ظاهرة التطــور

مقـــدمة

قبل أن نناقش السجل الحفرى ذاته ، علينا ان ندرس النظرية التى تفسر ظاهرة التطور العضوى · ونحن فى حاجة الى هذا الاطار النظرى ، لأن من الممكن ان تفسر القواقع والعظام الحفرية والغابات المتحجرة المدفونة فى الصخر تفسيرات شتى · ومعظم الناس يدركون حقا فى الوقت الحاضر ، أن الحفريات بقايا حيوانات قديمة ونباتات بائدة كانت تزدهر على سطح الأرض · ويعرف أيضا بعض الناس أن هذه الحفريات تسجل بطريقة غير كاملة تفتح الحياة وتطورها عبد أحقاب طويلة وملايين من السنين عديدة · الا أن هذه الآراء السائدة فى الوقت الحاضر حديثة ولا تعود الى زمن طويل · بل أن هذه الحفريات كانت موضع تفسيرات شتى خلال تقدم المدنيات المتعاقبة· فهى كانت فى بعض الآراء أخطاء خلقية ، أو جنوح من الطبيعة او أحابيل شيطانية أو حطام كوارث كانت تهدم العالم الفينة بعد الفينة · مثل الطوفان الذى ورد ذكره فى الكتب المقدسة والواقع أن الحفريات ـ مثل غيرها من الوثائق التاريخية القديمة ـ حقائق موضوعية يمكن تفسيرها تفسيرات شتى ، طبقا لاختلاف النظريات والاتجاهات الفكرية التى ينظر اليها من خلالها ·

ويخبرنا فلاسفة العلوم أن النظرية تدلنا على ما هو ممكن أو غير ممكن • والتاريخ يتجاوز ما هو ممكن ويدلنا على ما « حدث فعلا » • أما نظرية التطور العضوى ، كما بينها تشارلز داروين وأتباعه فانها تعطينا معشر علماء الأحياء القديمة (الحفريات) اطارا ذهنيا للاحتمالات التى نحاول أن نتصور بها ما حدث فعلا خلال تاريخ الحياة على سطح الأرض • وقد وضح هذا جورج جيلورد سمبسون ، وهو من علماء الحفريات الأمريكيين البارزين بالاشارة الى المبادىء الرئيسية والعمليات الاحيائية ، بشكلها المجرد مستقلة عن الزمن (ســ (E=mcz)) والأشكال الماضية للأحياء ، التى هى أشكال محددة ، حدثت فى أزمنة معينة أى أنها كانت تجسيدا لهذه المبادىء والعمليات التطورية (مثلا هيروشيما) وبهذا تشرح النظرية كيف تعمل هذه المبادىء والعمليات • أما التاريخ فيبين لنا ماذا ومتى وأين • ويتحد التاريخ والنظرية معا فى علم تاريخى مثل علم الحفريات ؤو الأحياء القديمة palaentology يبين لنا كيف حدث التطور •

وتقرر نظرية التطور بشكل عام أن التنوعات الموجودة فى الأحياء تنشا من الطفرات mutations ، وهى تغيرات تلقائية تحدث فى المورثات genes الموجودة فى كل الخلايا الحية ، ومن التكاثر الجنسى الذى يؤدى الى انفصال المورثات التى جاءت من الوالدين انفصالا عشوائيا بعضها عن بعض عندما تتكون الخلايا الجنسية ، ثم تتحد بعضها بالبعض الآخر اتحادا عشوائيا عندما يتم تلقيح الخلايا الجنسية • هذه التنوعات الفردية فى تركيب المورثات تؤدى الى تنوعات فى شكل الأحياء العضوية ، وتنوعات فى سبل نموها وسلوكها وتكاثرها وتنوعات فى آلاف الصفات الأخرى ، تتراوح بين ما هو تافه الى ما هو جوهرى ، مما يسمح للحيوانات والنباتات أن تحيى حيواناتها وأن تتكاثر • وتستطيع بعض الأفراد فى ظل ظروف البيئة المحدودة من غذاء ومجال حيوى أن تستغل البيئة مهما كانت فرص الحياة الممنوحة لها ومهما كانت الأسلحة المزودة بها — عن طريق التنوعات المورثة • وهذا ما يكسبها قوة على أن تربى ذريتها فى ظروف أحسن من ظروف أقرانها التى لم تتهيأ بهذه المورثات المفيدة • ومع توالى الأجيال تزداد الأنواع صاحبة المورثات الأفضل تكاثرا وعددا ، بينما يتضاءل عدد الأفراد التى لم تمنح هذه المورثات • فهذا الانتقال من انواع ذات المورثات الأقل فائدة الى الأنواع ذات المورثات الأحسن والأكثر فائدة هو الذى يوجد التطور • وهذه التراكمات من التغيرات فى المورثات عبر ملايين بل بلايين السنين من تاريخ الأرض هى التى ادت الى هذا التنوع الضخم فى الحياة الحيوانية والنباتية • ونستنتج من هذا أن كل أشكال الحياة الموجودة فى الوقت الحاضر • من النمل الى الفراشات ، من العصافير الى الخيول ، من الأسماك الهلامية الى الحيتان كلها تشترك فى أصل مشترك واحد ، مهما تقادم عليه الزمن •

وقد وجد قبل تشارلز داروين من أدرك انه لابد وأن الحياة كلها ذات أصل واحد ، وذلك استنتاجا من كيفية تركيب هذه الاحياء . والواقع أنه فى مطلع القرن التاسع عشر ظهرت آراء تتحدث عن السلم الطبيعى وسلسلة الكائنات ، وتدرجها من الأبسط الى الأكثر تعقدا ، كما لوحظ التشابه الأصلى فى تركيب الأحياء وبنيتها والتشابه بين مجموعات من الأحياء بعضها والبعض الآخر وكانت هذه الملاحظات تعكس النظام الكونى الواحد أو خلق الله أكثر مما تعكس أصل الأنواع الواحد المشترك عبر القرون . وقد قال بعض العلماء . فى ذلك الحين من أمثال ايرازمس داروين ، وهو جد شارلز ، وجان لامارك عالم الأحياء الفرنسى أن أوجه التشابه هذه بين الأنواع حدثت نتيجة التغير المستمر بشكل أو آخر خلال « ملايين السنين » . الا أنهم لم يهتدوا الى الطريقة التى حدث بها هذا التغير ، كما جانب غيرهم الصواب كذلك .

اذن فالاسهام الأكبر لداروين فى نظرية التطور ، ليس فى انه صاحب النظرية ، ولكن فى أنه بين كيف حدث التطور ، أى شرح الميكانيكية التى جعلت أنواعا من الحيوان أو النبات تتغير وتكون نوعا متميزا جديدا . والواقع أن عنوان كتابه الكامل يوضح هذه الحقيقة . فالعنوان يقول « عن أصل الأنواع بواسطة الانتخاب الطبيعى أو المحافظة على الأجناس المحفوظة فى صراع الحياة » . كيف نجح داروين اذن فيما فشل فيه غيره ، فى الوصول الى مفتاح ميكانيكية التطور ووضع نظرية تفسر كلا من وحدة الحياة من ناحية وتنوعها من ناحية اخرى .

ولقد كان داروين عالما من علماء الطبيعة الممتازين ، فقد كان خلال فترة دراسته النظامية ، كطالب طب فى ادنبرة ، ثم دراسته فى كامبردج بعد ذلك ، مهتما بالأحياء متحمسا لجمع الخنافس والصيد ومراقبة الطيور ، كما كان يهتم بعقد صداقات مع العلماء المتفرغين من أمثال جون ستيفنز هنزلو عالم النبات المشهور . كما أنه تابع بشغف تقدم علم الجيولوجيا الذى كان يتقدم تقدما سريعا نتيجة جهود أمثال هول وهتون وبليفير ، وقد جللت هذه الجهود بكتاب العالم الجيولوجى البريطانى الكبير تشارلز لايل عن مبادىء علم الجيولوجيا وهو يقع فى ثلاثة مجلدات . وقد قرأه داروين أثناء رحلته الطويلة على ظهر السفينة بيجل . والواقع أن تميز داروين بوصفه عالم أحياء هو الذى حدا بهنزلو الى أن يزكيه للكابتن روبرت فتزروى ، الذى كان يبحث عن أحد علماء التاريخ الطبيعى ليصحبه فى رحلته على السفينة بيجل .

وقد تمت رحلة بيجل فى وقتها المناسب بالنسبة لداروين فهو كان قد انتهى لتوه من دراسة درجته الجامعية الأولى فى كامبردج ، كما كان قد انتهى من دراسته الميدانية التى استغرقت شهرا مع آدم سدجويك ، ودرس اثناءها الطبقات الكامبرية فى شمال ويلز ، ولم تكن سنه قد جاوزت الثانية والعشرين وقد تخلل الرحلة عدة وقفات عند

الجزر المحيطية الرئيسية ، وفى قارات أمريكا الجنوبية واستراليا وجنوب افريقيا ٠ وتمتاز هذه المناطق جميعا بمجموعات فريدة من النباتات والحيوانات والتكوينات الجيولوجية (والحفريات) مما أثار كثيرا من الأسئلة أمام داروين منها مثلا كيف يتشابه الارماديلو العملاق البائد فى تركيبه العام بالارماديلو الصغير الذى لا يزال يعيش ٠ كيف حل محل نوع شبيه النعام فى الأرجنتين وأوروجواى نوع آخر مختلف تماما فى بتاجونيا ٠ لم كانت طيور جزر جلاباجوس اكثر شبها بطيور أمريكا الجنوبية. منها بطيور الجزر المحيطية الأخرى ، مثل جزر الرأس الأخضر ، وطيورها افريقية الصفات ؟ لم كان عصفور الحسون الذى يعيش فى بعض جزر جلاباجوس مختلفا تماما عن العصفور الذى يعيش فى بعض الجزر الأخرى ، بينما البيئة الطبيعية واحدة فى هذه الجزر ؟ وكما قال داروين فى نهاية رحلته « ان الحقائق التى جمعت تستحق الدراسة والفحص ، اذ أنها تنسف تماما فكرة ثبات الأنواع » ٠

والأمر الثالث الذى أسهم فى نجاح مهمة داروين أنه كان يعمل لحسابه الخاص٠ مستقلا تماما فى موارده ٠ فقد ساعده ثراؤه على أن يوقف وقته وجهده على أبحاثه الأحيائية والجيولوجية ٠ فقد استقر فى منزل أسرته فى كنت وقضى عشرات السنين يقرأ ويجرب ويفكر ويكتب ٠ وقد قرأ داروين بعد ثلاثة أعوام من نهاية رحلة بيجل عام ١٨٣٨ كتاب مالثوس مقال عن السكان » الذى كان قد كتب منذ أربعين عاما » ولما كنت مستعدا لكى أقدر فكرة الصراع للبقاء ذلك الأمر الذى كان يحدث فى كل مكان حولنا ٠٠ بين الحيوانات والنباتات فقد ومضت فى ذهنى فى الحال فكرة جديدة وهى أن فى هذه الظروف تصبح التنوعات المفيدة ضرورية ولابد وأن يحتفظ بها الكائن الحى ، أما التنوعات الضارة فلا بد وأن تتحطم ٠ ونتيجة ذلك تكون نوعا جديدا ٠ (الترجمة الذاتية لداروين ١٨٧٦) ٠

وتشرح المقالات فى هذا الجزء من الكتاب نظرية التطور العضوى شرحا أوفى ، بادئة من تشارلز داروين ، ثم تناقش كيف تحدث المورثات عن طريق الطفرة والتكاثر الجنسى تنوعات وراثية عبر الأجيال المتعاقبة ، اذ بينما أكد داروين الدور الهام الذى يلعبه التنوع فى أصل الأنواع ، فان نشأة هذا التنوع ومصدره ظل خافيا وغير مفهوم عدة سنين بعد داروين ٠ ثم ننتقل بعد ذلك الى مثال بسيط ولكنه قوى ولا يزال يعمل للانتخاب الطبيعى ، مثال لا يزال مستمرا منذ أيام داروين ولكنه لم يكن يعرفه ٠ وأخيرا ننتهى الى ظاهرة لاحظها داروين أثناء رحلة السفينة بيجل ، وهو مثال يوضح التطور ونشأة الأنواع بطريقة محكمة مفحمة ٠

ويرسم لنا مقال لورين ليزلى عن تشارلز داروين الوضع التاريخى والمناخ الفكرى الذى عاش فيه داروين وعمل . وكيف مهدت الآراء العلمية السابقة لداروين

الطريق . فجيولوجية لايل ، التى ظهرت قبيل نظرية التطور قد اوضحت مقدار قدم الحياة على الأرض . كما أكدت أهمية عامل الزمن وهو عامل أساسى وجوهرى فى نظرية التطور . اذ ان تراكم التغيرات مهما كانت طفيفة ، بعضها فوق بعض يؤدى الى ظهور أنواع جديدة · ويشير ايزلى الى أن الزمن كان هاما بالنسبة لداروين من وجهة نظر أخرى · فقد استخدم داروين الزمن كى تنضج آراؤه ببطء نضجا كاملا · بل ربما كان داروين ميالا الى تأجيل اعلان نظريته أكثر مما فعل لولا أن انتهى رسل ولاس مستقلا الى نفس النتائج التى انتهى اليها داروين ، فيما يتعلق بالدور الهام الذى لعبه الانتخاب الطبيعى فى التطور ·

وبين ايزلى أيضا كيف كان داروين غير واثق أو واضح فيما يتعلق بالأصول البشرية ، اذا ما قورن بموقفه من الأحياء الأخرى · وأرجع ذلك الى ندرة الحفريات البشرية المتوافرة لديه · فهذه الحفريات البشرية – فيما عدا حفرية نياندرتال التى اكتشفت فى المانيا عام ١٨٥٦ ، كانت غير معروفة على الاطلاق فى عهد داروين · وهذا يوضح احدى الاعتراضات الرئيسية على نظريته كما وصفها داروين فى كتابه « أصل الأنواع » ، وهى غياب الحلقات الحفرية المفقودة بين الأنواع · وكان داروين واثقا من نفسه ، بقوله ان المرء يستطيع فى مجال الجدل أن يشير الى عدم اكتمال السجل الحفرى (الفصل التاسع من أصل الأنواع) وأن الصخور – حسب اكتشافاتنا – لم تفصح بعد عن كل الأحياء القديمة المتحجرة التى تحتوى عليها · وهكذا يفقد « علم الجيولوجيا العظيم » جزءا من هيلمانه بنقصان السجل الحفرى · وعلينا ألا ننظر الى قشرة الأرض بوصفها متحفا مكتملا للأحياء القديمة ، ولكنها أقرب الى ان تكون مجموعات ناقصة جمعت على غير نظام فى فترات متباعدة (داروين ١٨٥٩ ص ٤٨٧) · ولكن الجيولوجيا كما سنرى فى هذا الكتاب قد استعادت مجدها فى هذا القرن المنصرم منذ وفاة داروين باكتشاف نماذج عديدة رائعة تؤكد نظرية داروين · ويختتم ايزلى مقالته بالاشارة الى أهمية الجزر المحيطية فى الاحتفاظ بقرائن حية تخدم نظرية التطور · وهذا لا يزال صحيحا اليوم . فمبادىء نظرية التطور ومفاهيمها لا تزال تشتق من دراسة المجموعات الأحيائية المنعزلة فى الجزر ·

ويبدأ دوبزنسكى مقاله عن « الأساس الجينى للتطور » بأن يذكرنا بأن التنوع الكبير الذى عليه الأحياء ، كما يبينه هذا العدد الضخم من الأنواع النباتية والحيوانية ينتج عن التنوع المكانى والزمانى للبيئات الموزعة على سطح الكوكب · فكل نوع يحتل حيزا محددا جدا أو « ركنا ملائما » من سطح الأرض الكبير · ثم ينتقل بعد ذلك الى احدى الثغرات النادرة فى نظرية التطور كما وصفها داروين وهى نشأة التنوعات الوراثية وميكانيكيتها ، وهى التنوعات التى قرر داروين أنها المادة الأولية التى تستطيع

أن تعمل فيها الانتخاب الطبيعى ، مما يؤدى الى مزيد من التنوع • وبعـــد أن يصف دوبزنسكى تجارب معملية أجريت على البكتريا وذباب الفاكهة ، ويشير الى التغيـر التلقائى الذى يحدث فى تركيب المورثات (الجينات genes) الموجودة فى الأمشاج (الكروموزومات) داخل نواة الخلية ، وهذه تستطيع من حين الى آخر أن تحدث تغيرات فى الأفراد من شأنها أن تجعله يبقى ويتناسل فى البيئة الصعبة ، ولولا هذا التغير ما استطاعت أن تعيش أو تتناسل • هذه التغيرات تسمى طفرات ، وهى نادرة وعشوائية ، بمعنى أنها عادة لا علاقة لها بحاجات الكائن الحى التكيفية • بل أن معظم الطفرات ضارة • والسبب فى هذا هو أن الطفرات التكيفية المفيدة قد سـبق لها وأن اندمجت فى التركيب الجينى المعادى للنوع خلال أجيال سابقة • ورغم هذا فمن حين الى آخر تحدث تنوعات جينية جديدة ، تحسن من صفات الكائن الحى وتجعله أصلح على الحياة فى البيئة من ذى قبل •

فى الوقت الذى كتب فيه دوبزنسكى ـ وهو أحد الرواد فى علم المورثات ـ مقاله، لم يكن تركيب المورثات الكيمائى قد عرف بعد • وهذا ما حدث بعد ذلك بقليل ، نتيجة أبحاث ن • هـ • ك • كريك وزميله ج•د• واطسون عن DNA RNA (شفرة الحياة) وما أشبه الليلة بالبارحة فكما استطاع داروين أن يفهم ميـكانيكية الانتخاب الطبيعى دون أن يعرف المورثات فان دوبزنسكى استطاع أن يفسر كيف تتغير المورثات دون معرفة تركيبها الكيمائى •

فالتنوعات الجينية تحدث ـ الى جانب الطفرة ـ عن طريق التكاثر الجنسى حيث أن الخلية الجنسية ـ المكونة نتيجة تلقيح البويضة من الأنثى بالحيوان المنوى من الذكر، تفصل عشوائيا المعلومات الجينية من الوالدين خلال عملية التلقيح • فكما يقـــول دوبزنسكى فان الجنس عامل قوى فى تأكيد التنوع داخل النوع الواحد • فهو يمـــد النوع بأفراد تقوى على الحياة فى ظروف تتغير اما تغيرا زمنيا ـ عبر الفصول أو الأعوام أو آلاف الأعوام • أو فى نطاق جغرافى واسع فالمقدرة على مقاومة هــــذا التغير يؤكد بقاء النوع ، كما أن الفشل فى مقاومة هذا التغير بعدم وجود تغيرات جينية كافية يؤدى الى اندثار النوع •

وتظهر أهمية التنوعات الجينية بشكل واضح فى مقال كتلويل وعنوانها «القرينة المفقودة لدى داروين» • فهنا نرى كيف أن التلوث الصناعى لجو بريطانيا قد أدى الى اسوداد الريف • فلم تعد العثة البيضاء ذات اللون الأبيض المشوب بسمرة التى كانت تقضى نهارها معلقة على شىء أبيض بخافية عن عين صائديها من الطيور • بينمـــا استطاعت العثة التى ظهرت فيها طفرة جعلت لونها أسود أن تقاوم الفناء ، فازداد عددها جيلا بعد جيل • فهنا نرى الطبيعة تنتخب صاحبات اللون الأسود التى تتـلاءم

مع ظروف البيئة الجديدة ٠ وكان العكس صحيحا قبل الثورة الصناعية التى حدثت فى أواخر القرن الثامن عشر ٠

ويشير عنوان مقال كتلويل الى أن هذه الظاهرة كانت معروفة فعلا أيام داروين ٠ فلو كان الأمر كذلك ، كان داروين يعرفها ، لامتلك تحت يديه دليلا رائعا مباشرا على الانتخاب الطبيعى ٠ وينتهى كتلويل فى مقاله الى أن التنوعات التى تحدث فى المورثات يمكن أن تؤثر فى صفات الكائن الحى أو تساعد على التاثير فيها ٠ ففى حالة العثة ، تؤثر المورثة الحاكمة للون الحشرة على معدل نمو اليرقة وعلى عملية التلقيح نفسها ٠ فهذه تغيرات متداخلة ، من تغير اللون الى صفات أخرى فى الفراشة اذ أن الذى يتغير فى النهاية هو الكائن الحى بأكمله ، وليس جانبا واحدا من صفاته٠ فعملية الانتخاب الطبيعى عملية كلية ٠

واخيرا نختتم هذا الجزء بمقال لاك عن « حسونات داروين » اى نعود الى الملاحظات الدقيقة التى جمعها داروين اثناء رحلة بيجل وهى الملاحظات التى كان لها اكبر الأثر فى صياغة نظرية التطور ٠ وسنرى كيف أن جزر جلاباجوس البريطانية حديثة التكوين قد تعرضت لغزو نوع من طيور الحسون القادمة من امريكا الجنوبية ٠ ولما كانت الأرض الجديدة خالية من أى نوع آخر من أنواع الطيور ، فقد تكاثرت هذه الطيور وازدادت تنوعا فكان منها آكل البذور وآكل الحشرات وحسون التى لا تقوى على الطيران والحسون الطائر الذى يعيش على الأشجار وناقر الأخشاب وغيرها ٠ كل هذا بدءا من نوع واحد ، تفرع منه أكثر من اثنى عشر نوعا جديدا ٠

وقد اكد لاك الاهمية الكبرى للعزلة الجغرافية للنوع الأصلى ، الذى سمح بظهور عدة فصائل أو سلالات جديدة فى جزر جلاباجوس المختلفة ٠ ثم اتضحت صفات هذه السلالات شيئا فشيئا مع مرور الزمن ، لدرجة أنها عندما تقابلت لم تتمكن من التناسل فقد أصبح كل منها نوعا جديدا ٠ فالمقدرة على انجاب نسل يستطيع أن يتناسل فيما بينه ،هو الصفة الاحيائية للنوع ٠ أى أن هذه الأنواع جديدة قد تفرعت من نوع أصلى واحد ٠ ويعتقد علماء الأحياء أن هذه هى وسيلة التنوع ، اى ظهور الأنواع ، تبدا بالتنوع الجينى أو الوراثى ، ثم العزلة الجغرافية ، وأخيرا تنتهى بالعزلة الجينية ٠ وقلما يحدث التنوع فى مكان واحد أى عزلة جينية بدون عزلة جغرافية ٠ ويلاحظ لاك ايضا أن أى نوعين مع مرور الزمن سيزداد التباعد الجينى بينهما مما يؤدى فى النهاية الى تأكيد الاختلاف بينهما اذا تنافسا على موارد واحدة ٠ فمثلا يختلف شكل منقار العصافير آكلة البذور عن شكل منقار العصافير اكلة الديدان اذا وجدت فى جزيرة واحدة ٠ وهذا الاختلاف يتفق مع اختلاف شكل البذور أو شكل الديدان ٠ غير أن هذا

الاختلاف والتباين يزداد حدة اذا خلت الجزيرة الا من هذين النوعين من العصافير ٠ فمن البديهى أن يحدث انتخاب للتنوعات التى تميز أحد النوعين عن الآخر اذا تنافسا على طعام واحد ، بينما تتعرض الصفات المتشابهة بين النوعين المتنافسين ٠ ومع مرور الزمن سيقلل الانتخاب الطبيعى التشابه الموجود بينهما ٠

وباختصار ، فان القسم الأول يتكون من خلفية تاريخية ونظرية للتطور العضوى، نستطيع بواسطتها أن نفهم مراحل فعلية فى تاريخ الحياة وتطورها كما احتفظ بهـــا السـجل الحفرى ٠

مراجـــع مقترحة

هذه المراجع مفيدة من اجل متابعة القراءة ، كما انها هى ذاتها مزودة بقوائم جيدة من كتب المراجع ٠

Darwin, C. 1859 On the Origin of Species.

الطابعة الأولى ، طبعة كامبردج ، جامعة هارفورد ، مساسوشتس ١٩٦٤ ويجب على جميـــع دارسى التطـــور قراءة هـــذا الكتـــاب لفهم داروين وما اسهم به فى المعـرفة الانســـانية ٠

(هناك ترجمة عربية للكتاب ، قام بها الأستاذ اسماعيل مظهر وراجعها الدكتور عبد الحليم منتصر ونشرتها المؤسسة المصرية العامة للتاليف والترجمة والطباعة والنشر التـابعة لوزارة الثقافة والارشاد القومى (مطبعة الكيـلانى الصغير) فى جـــزئين ـ غير مؤرخ) ٠

Darwin, C. 1876 Autobiography, Reprint, New York : Crowell-Collier, 1961.

يضم هذا الكتاب ترجمة ذاتية جذابة كتبها داروين لأولاده وليس للعالم اجمع ، كما يضم تعليقا بقلم ابنه سير فرانسيس داروين ، وأشكال ورسومات قام بها داروين

نفسه اثناء بحثه الذى انتهى بكتاب أصل الانواع · كما يضم خطابات متعلقة به ، منها خطاباته للاستاذ لايل وهوكر يسالهما الرأى حول مقال والاس التى كان قد تسلمها لتوه وفيها تكرار لنظريته عن الانتخاب الطبيعى ·

de Beer, G. 1964 Charles Darwin: Evolution by Natural Selection, Garhen City, N.Y. Doubleday.

Dobzhansky, T. Ayla, F.J. Stebbins, G.L. and Valentine, J.W. 1977. Evolution, San Francisco, W.H. Freeman and Company.

Witts, D.E. 1974 "Condinental Drift and Scientif Revolution" American Association of Petroleum Geologists Bullein, Vol. 58, pp. 2490-3496.

Simpson, G.G. 1963. "Historical Science" in the Fabric of Geology C.C. Albritton Jr. ed. Reading, Mas: Addison-Wesley, pp. 24-48.

مقال عميق بقلم عالم حفريات كبير ، عن البعد التاريخى والجيولوجى وهو يعد حيوى فى علم الجيولوجيا ، يقارن فيها بين هذه الأبعاد التاريخية وبين الأبعاد غير التاريخية فى العلم مثل الكيمياء والفيزياء ·

القســم الاول

١ ـ تشــارلز داروين



تشــارلز داروين

لورين ايزلى : فبراير ١٩٥٦

في عام ١٨٣١ اقلعت السفينة بيجل وعلى ظهــرها هذا العــالم الانجليــزى النبيــل في رحلتهــا الشهيرة · وبعد ثمان وعشرين عاما نشر اصل الأنواع ، ذلك الكتاب الذى احدث ثورة في وجهة نظر الإنســان نحو الطبيعة ومكانته فيها ·

في خريف عام ١٨٣١ تقابل الماضى والحاضر وجها الى وجه على مائدة عشاء في لندن وذلك على شكل شابين في مقتبل العمر كانا خاليي الذهن تماما عمـــا

تخبؤه لهما الأيام · احدهما روبرت فتزروى ، ربان سفينة فى السادسة والعشرين من عمره ، كان قد جاب البحار فعلا من قبل وها هو يتأهب الآن لقيادة سفينته فى رحلة بحرية طويلة أخرى · وهو رجل متدين يضمر عداء لعلم الجيولوجيا الحديث · وكان فتزروى يبحث عن عالم طبيعة يشاركه تجربته فى ارتياد أرض جديدة عذراء ، ويرفض هؤلاء الذين يستخدمون الصخور فى الدعوة للهرطقة · وتردد الشباب الذى جلس فى مواجهته فى قبول هذه الدعوة · هذا الشاب هو تشارلز داروين يصغر زميله بأربعة أعوام ، وكان يحيى حياة الرغد والفراغ ، بعد أن فشل فيما أرسلته اليه أسرته من دراسة الطب ، فقررت يائسة ان توجهه الى دراسة اللاهوت عساه يفلح ويصبح قسا فى الكنيسة · ومضى عقله يتحول من حياة الفراغ والصبر فى شروبشر الى حياة صيد حيوان اللاما فى امريكا الجنوبية هل هو يريد حقا أن يذهب فى هذه الرحلة الطويلة؟ وبينما هو فى تردده هذا ، كان فتزروى يتولى قيادة السفينة فعلا ·

وكتب داروين بعد ذلك لأخته سوزان قائلا « ان فتزروى يقول أن اضطراب البحر وعواصفه شىء مبالغ فيه · وانني ان شئت ان اغادر السفينة فانه على استعداد فى اى وقت لأن يعيدنى الى انجلترا ، وان شئت تركنى على الشاطىء فى بلاد آمنة صحية· واننى ساجد منه كل معاونة باستمرار ، كما أن لديه مجموعة من الكتب وعديدا من الآلات العلمية وعددا من البنادق كلها رهن اشارتى ··· هناك حقا لحظات يتغير فيها حظ الانسان · وقد مررت ببعض هذه اللحظات فعلا » عزيزتى سوزان ···· وداعا » ·

واقلعت السفينة من ديفونبورت فى ديسمبر عام ١٨٣١ ، وكانت السفينة بيجل Beagle فرقاطة مزودة بعشرة مدافع · وكانت خطة السفينة أن تقوم بمساحة ساحل امريكا الجنوبية ، وتقوم بسلسلة من المقاييس الكرونومترية حول العالم · وكادت تنتهى رحلة السفينة قبل أن تبدأ · اذ قوبلت بعاصفة هوجاء « ارتفعت فيها الأمواج ارتفاعا شاهقا ، كما سجل داروين فى يومياته · وتقاذفتها الأمواج واحدثت فيها عطبا شديدا » انى لم أقض مثل هذه الليلة من قبل · فلم يكن ثمة شىء حيثما توجهنا سوى البؤس والشقاء · زمجرة البحر المرتفعة وصيحات الضباط والملاحين المبحوحة ، تجمعه فى معزوفة لن أستطيع أن انساها » · ولم تبق سوى رحمة الله التى انقذت السفينة ومكنت الكابتن فتزورى ومعاونيه من الابقاء على دفة السفينة ورغم ما اكتشفه داروين من قابليته لدوار البحر ، الا أن عناده أبى الا أن يقرر البقاء على ظهر السفينة، وأن يقبل العرض الذى عرضه عليه قائدها · وعندما عادت السفينة الى ميناء بلايموث لم يعف داروين نفسه من المهمة وقرر الاستمرار فيها · وكتب فى يومياته « اذا انعقدت رغبتى على رؤية العالم فهذه فرصة نادرة ورائعة لأحقق ما أريد · وربما أتيحت لى فرصة اعمال عقلى بعد أن تركته راكدا مدة طويلة فى كامبردج » ·

وهكذا بدات رحلة عقل كبير لم يتاثر بعد بتربية عنيفة متوارثة ، واتيحت له الفرصة كى يغذى نهمه للمعرفة ، يغذى عقله على الصخور وقطع العظام المخزنة فى أقصى الأرض ، وأخيرا يعيد تشكيل شتات ما شاهد كما تفعل الطير تبنى أعشاشها من الفتات الذى تجمعه بمناقيرها الصغيرة ، أو كما تفعل خنافس الجزر البعيدة فى بناء أعشاشها وحفر جحرها ، فوضع أساس نظرية علمية قدر لها أن تؤثر فى العالم بأسره ٠

المسرح الفـــــكرى

لقد كان المناخ الفكرى الذى نشا فيه داروين مناخا محافظا ٠ فلم تكد تفيق انجلتره من صدمة الثورة الفرنسية ، ولم تكد تهضم الآراء الجريئة التى نادى بهـا « الملاحدة الفرنسيون » ٠ وكانت المسلمات الدينية لا تزال تقبض على العلوم الطبيعية٠ حقا لقد بدات فكرة القرن السابع عشر القائلة بان العالم قد تم خلقه عام ٤٠٠٤ ق٠م٠ فى التهافت فى وجه ما انتهت اليه دراسات العلماء الطبيعيين للصخور وتتابع الأحياء فيها ٠ الا انه لم يدر فى خلد احد ان عمر الأرض عتيق كما نعرفه الآن ٠ ويبدو ان مجرد التفكير فى تعاقب انماط الحياة ، بعضها تلو بعض ، وان الحياة كانت تتغير طورا بعد طور ، كان معناه معارضة المعتقدات الدينية ، ليس هذا فحسب ، بل مجافاة للذوق السليم ٠ ويبـدو ان كثيرا من علماء الأحياء فى ذلك الوقت امثال رتشارد أوين واجاسيز كانوا يميلون الى اعتبار اشكال الحياة المتتابعة كما وجدت حفرياتها فى طبقات الصخر ، لم تكن سوى انماطا من الخلق بعضها يلى البعض الآخر ، وأن بعضها اندثر ، وان اندثاره لم يكن اكثر من حدث تاريخى ٠

الا ان داروين لم يضع نظريته فى هذا الجو ٠ بل ان هذه النظرية التى اقترنت باسمه ، مثل غيرها من النظريات والتعميمات العلمية الكبرى كانت لها ارهاصات سابقة ٠ فجميع عناصر نظرية التطور كانت تجـــــول فى اذهان العلماء ، وكانوا يناقشونها فيما بينهم منافشة واسعة خلال فترة دراسة داروين فى الكلية ، وكان جده نفسه ، ايرازموس داروين الذى مات قبل ان يولد بسبعة أعوام قد وجد فى نفسه الجراة لكى يضع نظرية « ترقى » اشكال الحياة ٠ وانبثق من فكر جون بابتست لامارك رؤى الاستمرار التطورى للأحياء ٠ مهد سير تشارلز لايل ــ الذى وثق به داروين طول حياته ــ الطريق لنظرية التطور بان وضح ان كوكب الأرض لابد وأنه قديم جدا قدما يسمح بالتغير العضوى البطىء ٠ كما رفض لايل فكرة الكوارث التى كانت تقضى على اشكال الحياة وتمحوها من سطح الأرض كلها الحين بعد الحين ، ويصر انها فكرة مستحيلة ٠ واوضح بكل جلاء ان القوى الطبيعية مثل الرياح والصقيع والماء كافية لتفسير جميع الظاهرات التى تحمل الصخور آثارها خلال فترات زمنية

طويلة ، ولولا تقدير لايل للزمن وحسابه له بملايين السنين ما استطاع داروين ان يصل الى نظرية الانتخاب الطبيعى ٠

واذا كانت جميع عناصر نظرية داروين الرئيسية قد عرفت قبل أن يظهر ، فعلام يستحق هذه المكانة السامية فى تاريخ العلوم الاحيائية ؟ والاجابة على هذا سهلة ، فمعظم النظريات العلمية تقريبا ليست سوى نتيجة لفن صياغة تركيبية خلاقة لفروض معروفة من قبل ٠ وذلك عندما يحين الوقت لجمع الكشوفات الصغيرة التراكمية والملاحظات الفردية وضمها جميعا وصياغتها فى نظرية طبيعية شاملة ٠ هنا تصبح الحاجة ماسة الى عقل ذى بصيرة نافذة يأخذ هذه الجزئيات ويجمع شتات المعلومات ويصوغها فى شكل يمكن فهمه ٠ ولا تقلل من شان المكتشف انه وضع اللمسات الأخيرة لصورة سبق رسمها وبذل فى سبيل ذلك جهد كبير ٠

الا اننا يجب أن نتذكر أن داروين جاء فى وقت مناسب : فقد كان المناخ الفكرى مهيئا لقبول نظرية الانتخاب الطبيعى ، بل لقد كانت فعلا تجول فى اذهان العلمـــاء حينئذ ، ويدل على هذا أن عالما آخر هو الفرد ولاس وصل الى نفس النظـــرية قبل أن ينشرها داروين ولكنه كى ينجز عمله هذا كان عليه أن ينشر أمامه ويفحص بعناية كما هائلا متنوعا من الحقائق ٠ وقد ذكر داروين فى ترجمته الذاتية أن قدرا عظيما من الملاحظات القيمة التى لا تحصى ولا تعد قد جمع فى اذهان علماء الطبيعة ، وانها انتظرت صياغة النظرية كى تحتل مكانها وتحظى بالتفسير الصحيح ٠

الـــرحلة

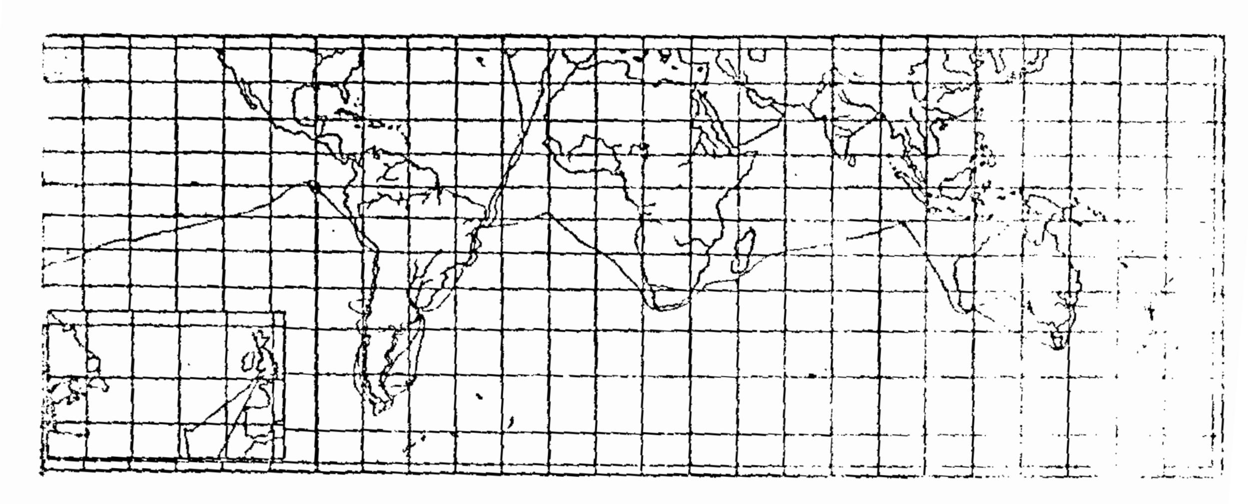
بدأ داروين رحلته بعقل متفتح مستعد كى يستقبل ويفهم ما يرى ٠

واثناء رحلته ازاء ساحل امريكا الجنوبية ، لاحظ الاخطبوط يغير لونه غاضبا فى مياه جون صغير ٠ وفى بطاح البامبا الجافة لاحظ عظام الحيوانات البائدة ، واستطاع أن يربط بينها وبين الحيوانات الباقية ٠ وأصر الوطنيون من سكان البامبا أن هذه العظام نبتت وحدها بعد الموت ، وأن مياه الأنهار لديها قوة سحرية خاصة تمكنها من تحويل العظام من عظام صغيرة الى عظام كبيرة ٠

٠ ان الناس تأخذهم الدهشة فى كل مكان ، ولكنهم فى تعطشهم الى معـــرفة تفسير ما يرون يخدعون بما يقدم لهم من تفسير بسيط ٠ اما داروين فكان بطبيعته حالما عاملا ٠ كان يسافر فوق متون الدواب ، ويتسلق المرتفعات ، ويسافر اياما فى

ا ض الباما التي يسكنها الهنود ، معرضا حياته للخطر • وقد سأل مرة هل المكان موبوء باللصوص ، وكان الجواب القاتل نعم ان العشب لم يبدأ بعد • وعندما يبدأ العشب والأقصاب فى النمو ، فانه يهيىء للصوص مخبأ ممتازا • ويدون داروين هذه الملاحظة ويستمر فى الرحلة • وتنمو الأعشاب العالية والأقصاب فوق سهول الباميا ، وبتغير البيئة النباتية تحت وطأة الانسان • وتجوب الكلاب الضالة الوحشية ويملأ عواؤها أرجاء الباميا ، وتتسلل القطط البرية وقد كانت اليفة • ويستمر الصراع بين الأحياء فى الباميا الأمريكية • ويكتب عن ثعبان خطير من اقارب الميـــة ذات الأجراس قائلا « مما يبدو لى فى منتهى الغرابة والأهمية أن أجد أن كل صفة من صفات الكائن الحى أنها تباعد بعضها عن بعض •• تميل الى أن تتغير ولو تغيرا طفيفا » •

واعطى داروين اهمية خاصة للحيوانات الغريبة التى تعيش فى بيئات صعبة • مثل ضفدعة صغيرة غريبة الشكل ذات بطن حمراء ، أسماها الضـــفدعة الشيطانية diabolicus لأنها تذكره « بالشيطان الذى وسوس فى اذن حواء » • وقد لاحظ ان هذه الضفدعة تعيش فى الكثبان الرملية تحت اشعة الشمس المحرقة ، وانها بعكس اخواتها لا تستطيع العوم • ولم يفت داروين شيء لم يلاحظه ، من الضفدع الى اليعسوب من قطعة الصوان الى سلاسل الجبال • لاحظ عوامل التعرية والتحات التى



شكل خريطة ... سير السفينة بيجل ، وقد رسمت الخريطة اعتمادا على ... التى الرحلة العملية السفينة بيجل » • وتبين الخريطة خط سير ... وعودة ... وقفت السفينة فى عدة نقط فى جزر المحيط • وتقع ... على ... أمريكا الجنوبية •

تعمل فى الصخر بالتحطيم والنقل والارساب . لاحظ جلاميد الصخر التى تنقلها المياه الجارية . وسلاسل جبال الأنديز شاهقة الارتفاع . لاحظ الزلازل التى تحدث تغيرات فى قشرة الأرض · كل شيء أخضعه للملاحظة الدقيقة ·

لقد احس الكابتن فتزروى الآن بالقلق · انه يريد ان يستكمل رحلته ، فنشر قلاعه. واتجه شمالا نحو جزر جلاباجوس ، التى تقع على خط الاستواء على بعد ٦٠٠ ميل من ساحل امريكا الجنوبية · وهذه الجزر التى كانت ماوى للقراصنة ، اصلها فوهات بركانية · وقد كتب عنها داروين قائلا انها تذكره بأفران صهر الحديد الضخمة التى تحيط بها الاتربة « عالم صغير فى حد ذاته » ، له سكانه مثل اى مكان آخر » : تجوب فيها السلاحف الضخمة المدرعة ، مثل عظايا ما قبل التاريخ ، تطعم على نبـــات الصبار · « ولا تخشى الطيور فى هذه الجنة الصغيرة الانسان » · وفى يوم من الأيام حط أحد هذه الطيور الصغيرة على يدى وبدأ يرشف الماء من اناء صغير كنت احمله ، وتركنى أحمله واناء الماء من فوق الأرض · « والسحالى المائية الضخمة ، ذات الثلاثة اقدام طولا ، تمضغ الأعشاب المائية بشراهة ·· وعجب داروين من هذه السلاحف السوداء فى لون الصخور البركانية وكتب يقول : لا يوجد مكان آخر فى العالم تحل فيه العاشيات بهذه الكثرة محل الثدييات » ·

الا أن داروين لم يدرك أنه قد عثر أخيرا على معمل كامل فريد للتطور الا فى بطء شديد · فهنا فى جزر جلاباجوس كنز كبير من التنوعات ، من جزيرة الى اخرى ـ تنوع بين السلاحف الضخمة ، بين النباتات وأخيرا بين الطيور ذات المنافير المختلفة بعضها عن بعضها اختلافا كبيرا · وقد لفت سكان الجزر ـ وخصوصا نائب الحاكم لوسون نظر داروين الى هذه التنوعات الغريبة ، الا انه قال باسلوب متواضع يمتاز به « انى لم أعر اهتماما كبيرا لهذا الذى قيل » ·· ونحن لا ندرى ان كانت زيارة داروين لجزر جلاباجوس هى التى مكنته من تشكيل فكرته الأساسية عن التطور ، وعن ميكانيكية هذا التطور ـ أى عن التغير الذى ينتقل بالوراثة ، وهو تغير داخل الكائن الحى لاءم تغيرا آخر خارجه انتخب صفات معينة هى التى اوجدت الاختلافات المتعددة بين أنواع النباتات والحيوانات · هذه النقطة ظلت غامضة حتى الآن · ربما ظلت هذه الزيارة ونتائجها تراود فكره طويلا قبل ان يصوغ اكتشافه الكبير فى نظرية علمية · فلم يعد داروين يذكر بعد بداءة رحلته العقلية الشهيرة التى واكبت رحلته البحرية الطويلة · ربما لم تكن هناك نقطة بداءة عقلية مطلقا · ولكن الاتساع فى المدارك ، حتى اتضحت الرؤية امامه ، وبدا واضحا ما كان غامضا من قبل ·

المريض والـــكتاب

الطرق المؤدية للعظمة متشعبة المسالك كثيرة المزالق · فاحيانا يتحول ضعف الانسان الى مصدر قوة · وعظمة داروين جمعت بين هاتين الصفتين بشكل فريد · فلقد جمع ادلته ومادته وهو يتحلى بالشجاعة والاقدام دون كلل أو ملل فى صبر ومثابرة حملاه الى اقاصى الأرض واعالى البحار · ولكنه حرر كتابه العظيم وهو فى عزلة المرض · فعندما رجع داروين الى وطنه بعد رحلته الطويلة كان رجلا متعبا معتل الصحة ، وظل كذلك حتى اخر ايام حياته · ونعرف الآن ان مرضه كان الى حد ما نفسيا جسميا ، وانه كان شديد التوتر تنتابه نوبات صداع وغيبوبة غامضة · وقد تزوج داروين بعد عودته من رحلة بيجل بقليل ابنة عمه ايما ودجوود ، حفيدة مؤسس صناعة الفخار الشهير ، واعتزل هو واسرته فى قرية صغيرة فى كنت · وتحاشى السفر فيما عدا رحلات استشفائية قصيرة · وقد ركن الى عزلته ووجد فيها مصدر قوته واحتمى بها · وادت به مخاوفه وشكوكه وعدم ثقته بنفسه الى ان يجمع هذا القدر الهائل من الحقائق التى وثق بها نظريته كما لم توثق نظرية اخرى من قبل ·

ولنناقش الوسيلة التى توصل بها داروين الى نظريته · فقد وضع دائما طبيعة ملاحظاته ـ مناقير الطير ، التعرف على التغيرات وهكذا · ولكن هذا لا يعنى انه قد توصل الى نظرية التطور ، او انه اهتدى الى الميكانيكية التى ادت اليها · ولم يكفه ان يشير اشارات غامضة الى المؤثرات المناخية او الى وراثة الصفات المكتسبة · ومن ثم انتهى الى النتيجة الآتية : حيث انه توجد تنوعات فى الصفات الفردية داخل افراد أى نوع من الأنواع فان انتخاب بعض الأفراد واستبعاد افراد اخرى هو مفتاح التغير العضـــوى ·

وقد اخذ هذه الفكرة مما هو شائع فى انتخاب الصفات المطلوب توارثها فى السلالات المنتقاة ، وهى سلالات النباتات والحيوانات المستأنسة · ولكنه لم يكن قد فهم بعد القوى المنتخبة التى تعمل فى الأحياء البرية · غير انه قرأ بالصدفة كتاب توماس مالثوس عام ١٨٣٨ ، واوحت اليه هذه القراءة بالفكرة · لقد كتب مالثوس عام ١٧٩٨ كتابا واسع الانتشار عن دراسة السكان ، وقال فيه أن الانسان يتكاثر عادة بمعدل يفوق معدل زيادة الطعام . وهذا يؤدى الى الصراع من أجل البقاء ·

وقد طبق داروين هذا المبدأ على الكائنات الحية كلها وقرر أن الصراع بين الأحياء من أجل البقاء ، تحت ظروف طبيعية متغيرة هو المحرك للتكوين العضوى للكائن الحى · بمعنى اخر أن التطور والتنوع العشوائى يحدثان فى الكائن الحى ·

والصراع من أجل البقاء يؤكد التنوعات المفيدة للكائن الحى بواسطة الوراثة · والضعيف وغير الصالح فهو يموت ويندثر أما القوى صاحب الصفات الوراثية الأفضل والأصلح لأى بيئة فهو الذى يبقى · وحيث ان الحياة والمناخ بل والجيولوجيا لم يتوقف أى منها عن التغير ، فان التطور عجلة دائمة مستمرة · ولم يصل عضو من الأعضاء أو حيوان من الحيوانات مطلقا الى درجة التوازن الكامل مع بيئته ·

هذا هو لب نظرية داروين وجوهر مناقشته · فالحقائق التى كانت معروفة قبل داروين ، ولكنها لم تنتظم فى نظرية واحدة مثل التغيرات ، وراثة الصفات المتغيرة ، انتقاء السلالات النباتية والحيوانية المستأنسة الصراع من أجل البقاء ، كلها فجأة قد تبلورت فى شىء واحد هو الانتخاب الطبيعى فى الداروينية ·

التســـويف

ظل داروين يعيش فى عزلة بعيدا عن الناس ، يجمع مادته ويصنفها ويرتبهـا وينطوى فى معزله على سره الكبير · ولم يكتب شيئا مطلقا خلال اثنين وعشرين عاما بعد عودته من رحلة بيجل الشهيرة سوى يومياته عن الرحلة (وقد ظهرت فيما بعد بعنوان رحلة عالم طبيعى حول العالم) · ومذكرة فنية عن ملاحظاته ·

ولا ينبغى أن نسىء الظن بعزلة داروين ومرضه · فلم يكن ثمت من هو اكثر توددا للناس من داروين أثناء مرضه · ولم يكن من الشكائين الباحثين عن العطف أثناء عزلته ومرضه ، بل أنه انطوى على همومه يجترها ساكنا هادئا ، وان كان يقضى معظم لياليه أرقا لا ينام · وهذا منحه فرصة نادرة لكى يجيل فكره فى عنـــاصر نظريته ، ويزداد تركيزا فى تفاصيلها ، وكم شهدته ليالى الشتاء وهو يتريض فى الحقول خارج منزله ، ويشهد الثعالب وهى تعود الى أجحارها عند بزوغ الفجر ·

ويقال أن البستانى الذى كان يعمل عند داروين رد على أحد زواره السائلين عن صحة داروين بقوله « يا للمسكين ، أنه ليظل واقفا مبحلقا فى زهرة صفراء دقيقة أو اكثر · وخير له أن يشغل بشىء يفعله » · فلقد كان عمل داروين ذا طبيعة دقيقة ، تخفى على كثير ممن يحيط به · فكان جزءا من عمله أن يقف ويبحلق فى زهرة كما ذكر البستانى · فقد كان ضربا من السحر تفوق فيه داروين · ففى احدى زياراته لجزيرة وايت لاحظ بذور حشائش قد ألقى بها الموج على الشاطىء ، فصاغ من ملاحظته هذه نظريات انتشار النباتات · واحيانا كان يندمج فى أعمال كانت تجاهد زوجته الطيبة فى اخفائها عن جيرانهم · فعندما أرسل اليه أحد أصدقائه نصف أوقية

من روث الجراد من افريقيا استطاع ان يستزرع منها سبعة انواع من النباتات • وقد قال لايل عن ذلك « ليس هناك خطأ ، فقد شرحت البذور المستخرجة من وسط الروث » • ولكى يكتشف كيف تنتقل بذور النباتات ، كان داروين لا يستنكف أن يشرح امعاء جرادة • وتحدث ابنه الأكبر فرانسيز بجذل عن تجارب والده النباتية « اظن انه تصور كل بذرة شيطانا صغيرا يحاوره ويحاول ان يسلك طريقا مختلفا او يهرب منه ، وهذا أعطى اللعبة شيئا من الاثارة » •

وقد احتفظ داروين دائما بسر اللعبة لنفسه ، ولم يفض به الا عندما اكتملت عناصرها تماما • فقد جمع كما هائلا من المعلومات ، وحلم بأن يقدم نظريته كاملة نهائية فى كتاب ضخم • يبلغ من ضخامته انه تنوء به العصبة ذات القوة • وفى نفس الوقت كان روبرت تشامبرز ، وهو صحافى وبائع كتب يخرج نسخة معدلة من نظرية لامارك فى التطور ، وكان يفعل ذلك بدون توقيع • وتحت عنوان « لمحات عن التاريخ الطبيعى للخلق » • ورغم انه كان يحمل طابع الهواية فى الكتابة ، الا انه اثار عاصفة هوجاء من النقد ، وكان ضمن نقاده توماس هكسلى ، ولكنه جذب انتبـــاه القراء وانتشر انتشارا واسعا وطبع عدة طبعات فى انجلترا وأمريكا • مما يدل على ان الجمهور كان مستعدا لاستقبال المزيد عن هذا الموضوع ، اى موضوع « ظاهرات النمو » كما كانت تسمى نظرية التطور حينذاك •

اثناء ذلك ظل داروين ساكنا كالصخرة • وقد احتار مترجمو حياته فى هذا السكوت وقدموا تفسيرات مختلفة له • فمن قائل انه كان مشغولا فى جمع مادته ، أو انه لم يشأ ان يصدم فتزروى ، او ان الهجوم على « اللمحات » قد اخافه ، أو انه راى من الحكمة أن يسكت عن هذا الموضوع حتى ينال تأييد احد العلماء الكبار • ولكن الحقيقة أن سبب سكوته كان يرجع الى شخصيته ، وهو ذو طبيعة مترددة تخاف من مواجهة العاصفة التى ستثور عند نشر نظريته • وكان من الأوثق ان يتردد ، أو يتحدث عن سره لبعض خواصه مثل لايل وعالم النباتات الكبير جوزيف هوكر •

لقد كانت أسرة داروين غنية مثل أيام جده ايرازموس • وكان تشارلز مستقلا ماليا ، وفى وضع يمكنه من أن يوقف كل وقته للبحث ، ولم يكن تحت أى ضغط اكاديمى كى ينشر نتائج بحوثه •

غير ان لايل حذره قائلا « انك ستهاجم ، وخير لك ان تنشر » • وكان هذا فى ربيع ١٨٥٦ • موعد داروين ، ولكنه اجل النشر مرة أخرى ونحن نعلم انه أوصى زوجته بنشر ابحاثه اذا وافته المنية • وكانما كان يخشى الشهرة أو الهجوم معا ، أو كأنما فوق

ما يحتمل · ولربما ظل فى تسويفه وتردده حتى اخر عمره . لولا تحذير لايل ولولا تطور الأحداث نفسها ·

لقد أثار سر داروين الدفين ، فى احدى لحظات الالهام ، عالم طبيعى صغير السن اسمه الفرد رسل والاس ، وهو يجمع أدلة أحيائية فى جزر أندونيسيا · فهو أيضا قد جمع الأدلة وانتهى الى رؤية كاملة لنظرية التطور · ومن سخرية القدر أنه لم يجد من جميع الناس سوى داروين لكى يكتب له ويرسل له مخطوطة نظريته طالبا الرأى فيها فى يونية عام ١٨٥٨ · فقد ارتأى فى داروين شخصا عطوفا مسايرا له فى الرأى ·

وقد صعق داروين لما تسلم رسالته · فلم يعد عمله الحبيب الى قلبه وحلمه الذى طالما راوده عشرين عاما سرا بعد اليوم ، وها هو شخص دخيل يهدد أصالته وسبقه العلمى · ولكن داروين وهو ينشد الكمال وما هو اخلاقى وجد نفسه فى وضع غريب · فخطر له ان ينسحب تماما ويترك الميدان لوالاس « انى افضل ان احرق كتابى كله على أن يظن أنى خنته بشكل خسيس » · ومن حسن الحظ انه قبل ان يتخذ أى اجراء ، كتب لصديقيه لايل وهوكر اللذين عرفا السنوات الطوال التى قضاها باحثا وجامعا للأدلة لعمله الكبير · فرتب هذان العالمان نشر ملخص لنظرية داروين ليرفق مع خطاب والاس للجمعية اللينية · وبهذا نشرت نظرية العالمين معا ·

النشر

لم تثر الورقتان اى تعليق فى الاجتماع ، ولكنهما اطلقتا شيئا من الاثارة الطفيفة الخفية · وعلى الرغم من حزن داروين على وفاة ولده تشارلز ، فانه عكف على شرح نظريته شرحا وافيا فى كتاب · ومن السخرية انه اطلق على الكتاب اسم « ملخص لمقال عن أصل الأنواع » · واصر على كونه مجرد مقدمة لكتاب اكبر بكثير · اذ كان لا يزال ماخوذا واسيرا بالكم الهائل من المعلومات التى جمعها ، ولم يرض ان يضع كل آماله فى هذا الكتاب الذى عكف على كتابته بسرعة كبيرة · وكان يرضى نفسه دائما بالاشارة الى الكتاب « الحقيقى » ذلك الكتاب المثالى الذى سيوضح فيه كل ما هو غامض فى هذا الملخص ·

ولم يكن هناك أى أساس لتردده ووجله · فعندما نشر « أصل الأنواع » وهو العنوان الذى استخلصه الناشر من ذلك العنوان الطويل المزعج ، نفد فى يوم واحد · واعترف بهذا الكتاب الذى قدمه صاحبه على استحياء . واعتبر واحدا من أعظم كتب

العالم . ولم ينقض وقت طويل حتى تنفس صاحبه الصعداء ونسى ذلك الكتاب الضخم الذى كان يحلم باخراجه ، فلم يعد ذلك الكتاب المثالى ضروريا ، ولم تعد هناك حاجة لمزيد من الحجج المقنعة للقارىء . فالكتاب فى نظر القراء ونظر العلماء ضخم بما فيه الكفاية . ولم تكن هناك حاجة لمستزيد . واتفق جمهور العالم مع العالم حاد الذكاء هكسلى الذى قال فور الانتهاء من قراءته « ما كان اغبانى ان لم افكر فى هذا من قبل » . وهكذا يحدث دائما فى العلم ، عندما يوفق عالم كبير الى التوصل الى نظرية كبرى ، اذ تتغير نظرة الناس الى العالم ، ولا يعودودن يرونه كما كانوا يرونه من قبل .

ولم يسبق أن دخلت فكرة فلسفية كبيرة عالم الفكر بهذا القــــدر من الحظ الحسن . ورغم ان المؤرخين قد بالغوا فى الضجة التى احدثتها عاصفة الاحتجاج الدينية والعلمية على هذه النظرية ـ وهى ضجة صورتها المناظرة الشهيرة بين القس ولبر فورس وتوماس هكسلى فى اكسفورد ، فالحق أن نظرية داروين لقيت قبولا سهلا نسبيا بين العلماء ومعظم القراء . فلقد مهد لها الطريق من قبل ما كتبه لايل وانتشار كتاب تشامبر . وفوق ذلك فقد سبق أن حصل داروين على موافقة هوكر وهكسلى ، اشد علماء العصر مراسا . ورغم أن لايل كان أكثـــر حــذرا من زميليه ، الا أنــه عاون داروين على نشر نظريته ولم يهاجمه قط . كما أسرع آزا جراى عالم النبـات الأمريكى المشهور الى معاونته والدفاع عنه . بل ان زميله الذى وصل الى نفس النظرية فى نفس الوقت ، والاس ، أطلق على النظرية بكل رحابة صدر اسم الداروينية . وقلل من شأن نفسه فى اكتشاف نظرية «مضى عشرون عاما على صاحبها وهو يفكر فيها . كل هؤلاء كونوا خط الدفاع عن داروين أمام الجمهور ، بينما ظل داروين نفسه ساكنا . فقد اكتفى داروين بتحرير الخطابات ردا على المستفسرين ، ولم يتخذ موقفا ازاء العواصف المتجمعة فى الأفق . « اننى لا أستطيع أن افهم كيف يستطيع العالم أن يجادل على الملأ مثل الخطباء » . هكذا اعترف لهوكر ، رغم انه كان مدينا كثيرا لمن فعل ذلك من اصدقائه . وعلى كل فقد كتب له هويت واطسون وهو عالم نبــات مشهور آخر بعد نشر كتاب اصول الأنواع يقول : « ستظل فكرتك الأساسية بلا شك واحدة من اهم المبادىء المقررة فى العلم . الا وهى « الانتخاب الطبيعى » . فهى تحمل كل مميزات الحقائق العلمية توضح ما كان غامضا . تبسط ما كان معقدا ، تضيف كثيرا الى معرفتنا السابقة . انت اعظم ثائر فى التاريخ الطبيعى فى هذا القرن ، ان لم يكن فى كل القرون » .

لقد كان تصريح واطسون قاطعا حاسما . لا نستطيع أن نغير سطرا واحدا من تقييمه اليوم . ولم تمض عشر سنوات حتى كان « الأصول » ومؤلفه معروفين فى جميع انحاء العالم . وحتى اصبحت نظرية التطور نبراس كل العلوم الأحيائية .

واذا أردنا ان نلخص انجازات هذا الكتاب اليوم فاننا نستطيع أن نقول أولا ان داروين استطاع ان يبرهن على صحة نظرية التطور بما لا يدع أى مجال للشك · وانه وضع مبدأ الانتخاب الطبيعى ، وهو مبدأ قادر على ان يطبق تطبيقا واسعا ان لم يكن مطلقا · فقد بدد مبدأ الانتخاب الطبيعى الاضطراب الذى كان سائدا فى ميدان العلوم الأحيائية والذى أحدثته فكرة الخلق المستقل للأنواع · فالشاب الذى اكتشف عام ١٨٨٢ وجود ثلاثة أقسام من الطيور تستخدم أجنحتها لأغراض أخرى غير الطيران وهى البط التى تستخدمها مجاديف ، والبطريق التى تستخدمها زعانف ، والنعام التى تفرد أجنحتها كالشراع ، هذا الفتى وجد اجابة

شكل (٢)

الانتخاب الطبيعى عن طريق تشعب الصفات ، وصف فى كتاب أصل الأنواع · الحروف الهجائية الأصيلة فى أسفل الشكل تشير الى انواع مختلفة من نفس الجنس · وكل خط افقى ، مرموز له برقم يمثل ١٠٠٠ جيل او اكثر · ويرى داروين أن بعض الأنواع مثل (أ) يتفرع اكثر من غيره · وبعد عدة اجيال يتولد منه عدة تنوعات مثل (أ ١) · وهذه تتنوع بدورها وبعد آلاف الأجيال يتولد من هذه الأنواع او التفرعات انواع جديدة مثل أ ١٤) وهكذا · وفيه غضون هذا يكون النوع الأصلى قد اندثر · ويرى داروين أن بعض الأنواع الأصلية فقط هى التى تتنوع ويظهر منها انواع جديدة · وبعض الأنواع مثل و ، هـ تبقى كما هى ، وبعضها مثل (ح) قد تندثر ·

لتساؤله فهذا تطور مع التعديل ، اذا سايرت فكرة التعـــديل فترة طويلة ، فاننى لا استطيع أن اجد حدا يقف عنده هذا التعديل واقول لك هنا توقف » ٠ انك تستطيع ان تتعقب أصول الأحياء طبقة بعد طبقة ، وتتعمق أكثر فأكثر حتى تصل الى الخلية الأولى التى نشأت منها الخليقة كلها ٠٠ كذلك تستطيع أن ترقى طبقة بعد طبقة ، من السمكة التى تعيش فى الطين الى الزواحف ومن الزواحف الى الثدييات ، وهكذا ترقى الكائنات حتى تصل الى الانسان ٠

مكان متواضع للانسان

تحاشى داروين بحذر ان يشير الى الانسان اشارة مباشرة فى كتاب « أصل الأنواع » ٠ ولكن بعد اثنى عشر عاما ، وبعد أن تأكد انتصاره العلمى نشر دراسة خاصة عن تطور الانسان اسماه انحدار الانسان ٠ وكان قد سبقه فى هذا المجـــال هكسلى بكتاب « الأدلة على مكان الانســـان فى الطبيعة » عام ١٨٨٣ ٠ وكان كتاب هكسلى المختصر قد كتب فى وضوح وبساطة شديدتين بعكس كتاب داروين الذى يظهر فيه أسلوبه المعتمد على حشد كبير من الأدلة ٠ وهو كتاب يكتنفه التناقض فى بعض المواضيع ٠ ويبدو كما لو كان مؤلفه قد صب ادلته صبا ، ولم يعن بقراءة الكتاب كله بعد كتابته ليرى أنه وحدة عضوية متكاملة ٠

ومن عيوب هذا الكتاب فشل داروين فى التفرقة باستمرار بين الوراثة الأحيائية، وبين المؤثرات الثقافية على سلوك الانسان وتطوره ٠ وفى هذا ارتكب داروين خطأ وقع فيه الأحيائيون فى ذلك الوقت ٠ وكانت الانتروبولوجيا عندئذ فى مهدها ٠ وقد وضح « انحدار الانسان » من الناحية الأحيائية أن الانسان ينتمى الى بقية الرئيسيات ومن قرابتها ، رغم ان هذه القرابة كانت غامضة ٠ وعلى اية حال فلم تكن الحفائر قد اظهرت بعد اى دليل حفرى للأسلاف الأولى للانسان بعد ٠ وكان على دارس التطور أن يقنع بتتبع أوجه التشابه المورفولوجية الموجودة بين الانسان الحالى وبين القردة العليا ٠ وهذا ترك مجالا كبيرا للظن حول العلاقة الحقيقية بين الانسان والقـــردة وحول الأسلاف الأولى للانسان ٠ ولا عجب ان كان يصدر على شكل شبيه بالغوريللا ذات الأنياب الضخمة ٠ وربما تردد داروين بين هذا الشكل وشكل آخر اكثر رقة ٠

ويجب أن نعترف أن تطور الانسان لم يكن أحسن موضوعات داروين ٠ وكما يقول أحد علماء القرن التاسع عشر « ان عالم داروين كان عالم الحشرات والعصافير، والقردة وغرائب النباتات ، اما الانسان كما هو كائن فلا مكان له عنده » ٠ واذا نحينا الاعتراضات الدينية جانبا ، فربما كان داروين يجد لذة كبرى وهو يتحـــدث عن

الحشرات وديدان الارض . اما التحدث عن كائن يستطيع أن يرد ويجادل فهذا امر آخر . وان موضوعا كهذا ما كان يستطيع شخص موجود مصاب بالأرق أن يبحث فيه . وكان ينبغى على الأقل أن ينتظر حتى تظهر طبقات الأرض بقايا آدمية .

وكان داروين على بينة من هذا . فترك لندن ليعمل فى هدوء فى مكان آخر . وعندما كان يدرس النباتات المتسلقة ، أو ازهار الاوركيد المعقدة ، أو الطبيعة الشرهة للنبات اكل اللحم ، لم يكن خائفا من أى ميتافيزيقا ، أو أى حديث عن الأخلاق أو طبيعة الدين . ولكن داروين لم يرد أن يترك الانسان استثناءا من نظريته . ولكنه قنع بأن يكون الانسان جزءا من ذلك الشىء الكبير الشاسع المنتشر المتغير باستمرار الذى يسمى « حياة » . اما بقية الانسان فانه يتركه للفلاسفة . وقد كتب مرة لاحد اصدقائه يقول « انه ليحنقنى أن أجد الناس يكتبون بكل ثقة عن قدوم الانسان ، كما لو كانوا يرونه يسير على المسرح ، وكما لو كان ظهوره ـ من الناحية الجيولوجية ـ أهم من ظهور غيره من الثدييات » .

وربما حجبت شهرة لداروين بوصفه صاحب نظرية داروين حقيقة اخرى وهى أن داروين كان من اعظم الباحثين الميدانيين فى علوم الحياة . وقدرته على أن يرى من ملاحظات عابرة مشاكل كبيرة تصورها ما كتبه عن الحركة فى النبات ، وهو كتاب نشر قبل موته بعامين . واخضع النباتات ذات البراعم لسلسلة من الأبحـــاث والتجارب مما يجعلها من الدراسات الرائدة فى علم النبات . وربما كانت مقارناته الملهمة بين النبات والحيوان ، هى التى ساعدت على نجاحه فى هذا الميدان . وهناك قصة تروى تدل على مقدار ما كان يتفوق به على أقرانه فى دقة الملاحظة . فقد كان داروين يحاول أن يشرح لهكسلى واحد زواره الآخرين سلوك الدروسيره (وهى نبات عشبى) يفرز مادة لزجة يصطاد بها الحشرات ويهضمها فأصغى الزائران لداروين كما ينبغى لهما أن يصغيا ، بادب ووقار ، ولكنهما فقدا صبرهما ، فصـــاح هكسلى باندهاش « انظروا انها تتحرك » .

الجـــــزر

عندما يستعرض المرء الطريق الطويل الشاق الذى قاد داروين الى اكتشافه الكبير لا يستطيع أن يغفل الدور الكبير الذى لعبته الجزر المحيطية فى هذا المجـال . فكلمة تطور تشير دائما الى شىء حدث فى الماضى ، شىء متحجر ، قردة حفرية ، دناصر متحجرة ، استخرجت من الصخر ، او كشفت عنها عوامل التعرية فى طيات الجبال الالتوائية ، تاريخ للعالم تسطره عظام نخرة . ولكن من دواعى التناقض ان يكون

هذا التاريخ نفسه ـ فى زمن داروين ـ هو الذى عارض داروين • اذ لم يكن علم الحفريات قد اكتملت وسائله كما هى الحال الآن • وكان السجل الحفـــرى مليئا بالثغرات • « أين هى الحلقات المفقودة ؟ » هكذا كان يصيح نقاد داروين فى وجهه أين هى الحلقات التى تربط الانسان بالقردة ، بين الحيوانات البرية والحيتان ؟ » • وكان داروين لا يملك الا ان يقول « هذه هى اكبر عقبة فى وجه نظريتى • وكان الخطأ يقع فى عدم اكتمال السجل الجيولوجى » ولابد من العثور على الأدلة التى تبرهن على استمرار الحياة فى مكان آخر • وكانت الجزر المحيطية هى التى مدته بهذه الأدلة •

وحتى الوقت الذى جذبت فيه الجزر انتباه داروين ، كان المفروض ان الحيـاة الجزرية ليست سوى حياة نباتية وحيوانية مقتطعة من حياة امثالها فى القارات • غير أن داروين لاحظ غياب فصائل حيوانية ونباتية برية باكملها عن الجزر • وأن بعض النباتات غير الغابية فى البر قد تطور الى نباتات غابية فى الجزر • واصبحت مختلفة عن اقرانها فى البر •

واكثر من هذا فان العصافير الغريبة المتعددة الأنواع الموجودة فى جزر جلاباجوس قد اثارت دهشة داروين • وكان تنوع العصافير منحصرا غالبا فى مناقيرها • فبعضها ذات مناقير تشبه مناقير الببغاء ، وبعضها ذات مناقير مستقيمة وأخرى مناقيرها معقوفة لنقر الزهور ، بعضها ذات مناقير قصيرة وأخرى ذات مناقير طويلة • مناقير لكل غرض يخطر على البال • هذا التنوع الكبير فى المناقير لا مثيل له فى اى مكان اخر الا فى الجزر • فلابد وانها تطورت فيها • وقد كتب داروين عن ذلك يقول « يجب أن نفكر فى هذا الأمر • فمن عدد محدود من العصافير تطورت هذه الأنواع العديدة فى الجزر • تطورت لتلائم أغراضا متعددة » • فتحولت الطيور خلال صراعها للبقاء فى هذه الجزر الصغيرة ، الى عديد من الأنواع متكيفة لتنوع كبير فى البيئـــة • وكما يقول دافيد لوك ، ان عصافير داروين تكون عالما قائما بذاته • ولكنه عالم يعكس العالم باسره • (انظر مقال عصافير داروين ادناه) •

ان اهتمام داروين بأهمية هذه العوالم الصغيرة ، حيث تتصارع قوى البقاء تخلق كائنات جديدة واضحة للعيان ، كان ضروريا لكى يصل الى اكتشافه عن أصل الأنواع • فقد اختزلت عوالم الجزر أنواع الحياة فى القارات ، وصغرتها ووضعتها فى مقاس أصغر ، يستطيع المرء من دراسته أن يدرس عوامل تطورها بنجاح كبير • وقد اكد داروين مرارا وتكرارا اهمية الجزر فى تشكيل افكاره • وليس هناك ما يساعد على تقدم دراسة الطبيعة اكثر من جمع عينات الأحياء جميعها التى تفرزها اكثر الجزر عزلة « •• كل قوقعة بحرية . كل حشرة وكل نبات ذات قيمة فى شكلها وموضوعها » كما قال لايل •

وقد ولد داروين فى الزمن المناسب تماما لظهور هذا الكشف العلمى الكبير فان كان قد وجد قبل ذلك بقليل ما استطاع ان يقرأ كتاب الحياة فى الجزر ، ولو أنه قد تأخر وصوله لكانت هذه الأنواع قد أبيدت · فحيوان الجزر المحيطة فى جميع أنحاء العالم تسير نحو الانقراض دون أن تسجل او تدرس دراسة جادة · فقد كسر الانسان عزلتها وجلب معه القطط والجرذان والخنازير والماعز والأعشاب والحشرات من اليابس · ولم تستطع أنواع الحياة والنبات الجزرية أن تصمد فى وجه هذا الغزو فاختفت · فقد كادت السلاحف العملاقة أن تختفى من جلاباجوس ، وكذلك السحالى البرية التى لعب بها داروين · والآن يختفى سلفنا البعيد الليمور الذى تفرع الى عدة أجناس ذات أشكال عجيبة ، يختفى هذا الحيوان من جزيرة مدغشقر بسبب تحطيم الغابات · حتى استراليا الجزيرة القارية الكبيرة تعانى من تحت وطأة الانسان · وتنتهى الآن الى الأبد عوالم روبنسون كروزو التى كان الفرد يستطيع أن يحيى على ما تقدمه له الطبيعة من غذاء وموارد خام حياة عزلة هادئة · كل مكان كهذا يمكن ان يكون قاعدة جوية حيث يطغى زئير النفاثات على صوت الطيور ، وحيث تسوى الجرارات أعشاش الحيوانات الى ممر للطائرات · كل هذا ، كان يثير دهشة داروين ·

لم يبق لدينا أى شىء عن أراء داروين الأخيرة فى اخريات حياته عندما كان يجاهد بقلب ضعيف · واننا لندهش لهذا الرجل الذى لم يكن يؤمن بالآخرة ، هل كانت تتراءى له فى سكرات الموت أجساد السلاحف الضخمة والسحالى المرعبة التى رآها فى جلاباجوس · ذات الشواطىء المناسبة لبانديمونيوم كما يقول فتزروى · أننا لا نستطيع أن نراها كما رآها داروين : زواحف سوداء ضخمة تتحرك بتؤدة وتكاسل تحت شمس استوائية حارقة ، مخلوقات تذكرنا بخلق قديم · لقد لحقته هذه الكائنات فصاح « أى شيطان هذا ! يالها من مخلوقات بشعة عشوائية الحركة منحطة مريعة قاسية » · ولكنه لم يكتب او يتكلم بهذا الأسلوب بعد · وكان أميل الى أن يكتب عن هذا الطير الجميل الذى يحط على كفه ليشرب قطرات من الماء كانما هو فى جنة عدن· وعندما اقتربت نهايته قال فى وقار « انى ـ على الاقل ـ لست خائفا من الموت » ·

بهذه الروح غامر فى شبابه مرتحلا ، وبهذه الروح ارتحل عن الدنيا ··

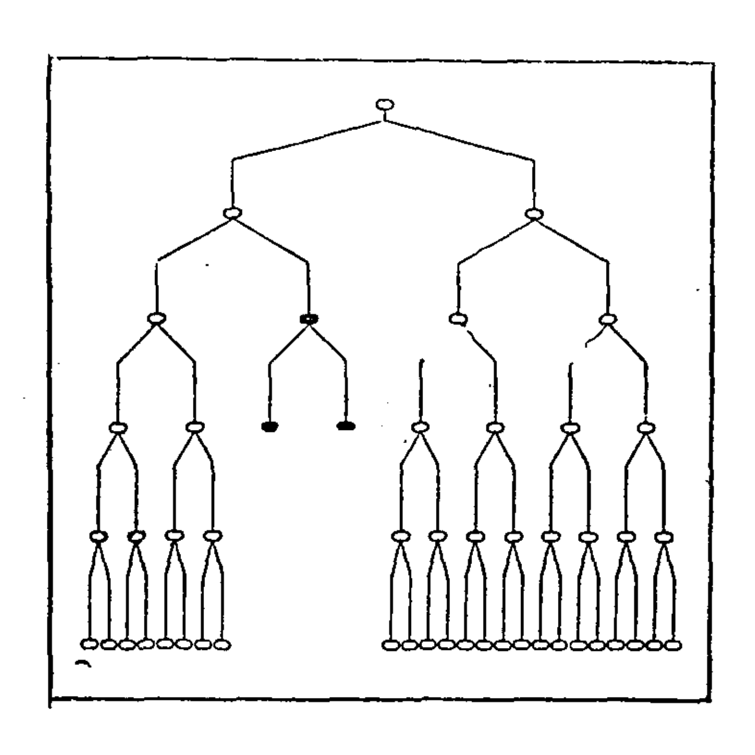
الاسس الجينية للتطـور

بقلم ثيودوسيوس دوبزانســـكى
يناير ١٩٥٠ ·

ان التنوع الكبير فى النبـــاتات والحيـــوانات ، البائد منها والباقى نتيجة امتـــزاج بين عملية الوراثة والبيئة المتنوعة ·

ان الكائنات الحية التى تعيش فوق كوكبنا ذات تنوع هائل ضخم واشكال متفاوتة بشكل لا يصدق · وقد استطاع علماء الأحياء أن يحددوا مليون نوع من الحيوانات و ٠٠٠ر٢٦٧ نوعا من النباتات · بل ان عدد الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة فعلا الآن يقترب من ضعف هذا العدد · وقد كانت الأرض عامرة فى الماضى بعدد هائل من الأحياء المنقرضة الآن · وان بقى بعضها على شكل حفريات · ويتراوح حجم الأحياء من الفيروسات التى لا تكاد ترى بالمجهر الالكترونى الى الفيلة واشجار الســـيكويا العملاقة · وتظهر هذه الكائنات الحية من حيث التركيب واسلوب الحياة فى تنوع لا حد له ·

ما معنى هذا التنوع المذهل ؟ يبدو لأول وهلة انه شيء عشواوى . ولكن لا نلبث بعد تفكير أن نجد انها لم تكن عبثا · وكلما تعمقنا فى درس الكائنات الحية ، وجدنا هذا التكيف المفيد بين تركيبها ووظائفها لأساليب حياتها المختلفة · والكائنات الحية جميعا من ابسطها الى اشدها تعقيدا مركبة بشكل يسمح لها بالقيام بوظائفها فى



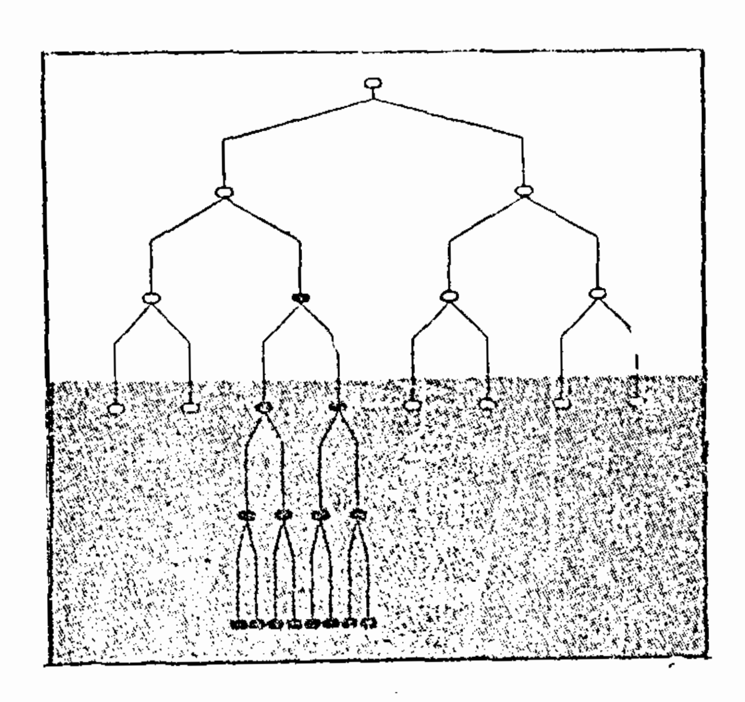
شكل (٤)

فى البيئة العادية تتزايد بكتريا القولون العادية او البكتريا البيضـــــــاء Escherichina، بينمـا يظـل نوع من البكتريا طافـرا ومقـاوما للاستربتومايسين (البكتريا السوداء) نادرا ، لأن الطفرة ليست مفيدة ·

البيئات التى تعيش فيها · ويستطيع النبات الأخضر أن يبنى جسمه من الطعام الذائب فى الماء ، وبعض الغازات فى الهواء ، وبعض املاح معدنية مشـــتقة من التربة · والسمكة آلة ذات كفاءة عالية فى استخلاص الغذاء العضـــوى من الماء · والطير مخلوق بحيث يستخدم احسن استخدام بيئة الهـــواء · والجسم البشرى آلة مركبة دقيقة التركيب والتنسيق مهندسة بدقة فائقة معجزة . مزودة بمخ يستطيع به الانسان

ان يتحكم فى بيئته • فكل نوع ، حتى اكثر الأنواع بساطة يحتل مكانا فى اقتصـــاد الطبيعة ، ركنا مكيفا صغيرا (كوة) يحتله ويستغله حتى يظل حيا •

هذا التنوع وهذه التكيفات التى تظهرها الكائنـــات الحية ظلت صعبة على الادراك طوال الزمن ، وأرجعها الانسان الى خلق الله الذى سوى كل كائن حى شكلا



(شـــكل (٥)

فى بيئة متغيرة تكونت باضافة الاستربتومايسين (المناطق الرمادية) النـــوع المقاوم للاستربتومايسية تتكيف مع البيئة افضل من النوع المعادى • عنـدئذ يتكاثر النوع الظافر ويموت النوع المعادى •

ووظيفة ووضعه فى مكانه من الطبيعة ، حتى فهم هذه العملية وفسرها تفسيرا عقليا صعب المنال ولكنه مرض للعقل ، وادرك أنها تطورات حدثت فى الكائن الحى من سلف بعيد ، وحدثت بتدرج كبير وانتقلت من حالة اقل اكتمالا الى حالة اكثر اكتمالا ، وان عملية التطور لا تزال تحدث حتى الآن • كما أن أسبابها يمكن دراســـتها وتخضع للملاحظة والتجربة فى الحقل والمعمل •

اصل هذه النظرية ونموها والحقائق التى اقنعت معظم الناس اقتنـاعا تاما لا يشوبه شك قصة طويلة جدا لا يمكن ايجازها هنا • وبعد ان نشر تشارلز داروين نظريته المقنعة عام ١٨٥٩ ظهر تياران رئيسيان فى هذه النظرية • فالتطور العضوى مثل أى عملية تاريخية يمكن أن تدرس بوسيلتين . فمن الممكن للمرء أن يستنتج الملامح الرئيسية واتجاهات عملية التطور من الدراسات المقارنة لتتابع الأحداث فى الماضى ، وهذه هى الطريقة الباليونتولوجية (التى تعتمد على علم البانتولوجيا أو الأحيـاء القديمة) ، وعلم التشريح المقارن وغيرهما • اما الطريقة الثانية فهى أن نحاول أن نعيد عملية التطور عن طريق دراسة أسبابها وميكانيكيتها التى تحدث فى العـالم فى الوقت الحاضر • هذه الطريقة التى تستخدم المنهج التجريبى اكثر مما تستخدم منهج الملاحظة والاستقراء ، هى طريقة علماء الوراثة وعلماء الايكولوجيا • وسيوضح هذا المقال ما تعلمناه عن أسباب التطور العضوى عن هذا الطريق الثانى •

حاول داروين أن يشرح أسباب التطور وهو يقدم نظرية الانتخاب الطبيعى وقد حمل معه كل ما توصل اليه علماء الأحياء السابقون • ورغم هذا فالنظرية الحديثة للتطور التى نمت نتيجة جهود واكتشافات علماء الأحياء خلال قرن كامل من الزمن قد غيرت كثيرا من نظرية داروين نفسها • ولا يمكن أن يرجع هذا الى عالم واحد فقط • فبعد داروين قدم جريجور مندل النمسوى اكبر اسهام للنظرية ، باكتشافه قوانين الوراثة • وقد تقدمت الأبحاث الوراثية التطورية خلال العقدين الأخيرين تطورا كبيرا• على أسس مجهودات توماس هنت مورجان وهرمان ج • مولر الأمريكيين • وفى هذه المجهودات برزت أعمال س • د • دارلنجتون و ر•١• فيشر و ج•س• هكسـلى و ر• ماثر فى انجلترا و ١• رنسن و ن•و• تيموفيف ريسوفسكى فى المانيا و س•س• تشنويكوف و ن•ب• ديبونين و ١•١• شمالهادش فى الاتحاد السوفيتى و ١• ماير ، و ج•ت• باترسون و س•ج• سبسون و ج•ل• سبتنز وسيويل رايت فى الولايات المتحدة وغيرها •

التطـــور فى المعمل

التطور عادة عملية بطيئة، تبلغ من البطء حدا يجعل الانسان لا يسـتطيع أن يتعرف خلال قرون قليلة من الملاحظة المسجلة الا على تغيرات تطورية قليلة تظهر على الحيوانات والنباتات فى بيئاتها • وقد اضـطر داروين الى أن يستنتج التغيرات التطورية من ملاحظات غير مباشرة . لأنه لم تكن لديه وسيلة للملاحظة العملية وهى تحدث • أما اليوم فنحن نستطيع أن ندرس التطور . بل وأن نحدثه باختيارنا فى المعمل• ومادة التجارب فى هذه الدراسة هى البكتريا وغيرهما من الرتب الدنيئة التى تولد

وتنتج وتفرز جيلا جديدا فى خلال دقائق أو ساعات بدلا من اشهر ، وسنين كما تفعل رتب الأحياء الأرقى • وكما يحدث فى الصور المتحركة سريعة الحركة ، تختصر هذه الكائنات الزمن ، وتحدث فى فترة وجيزة ما يستغرق آلاف السنين بالنسبة لرتب الأحياء الراقية •

ومن أكثر أنواع البكتريا فائدة فى هذا المجال ، نوع ينمو بشكل غير ضـــار فى أمعاء كل انسان تقريبا ، يسمى اسكرياكولى Escseria Coli أو بكتريا القولون • ويمكن تربيته فى مزرعة خاصة بالمعمل • وتستطيع هذه البكتريا المستزرعة أن تبدأ فى الانقسام فى حرارة قدرها ٩٨ كل ٢٠ دقيقة • وهكذا تأخذ فى التكاثر بسرعة حتى تستهلك الوسط الغذائى الذى تعيش فيه • حتى ليصل نسل الخليـــة الواحدة الى مليون خلية فى يوم واحد • فاذا وضعت بعض خلايا قليلة فى طبق مغطى بمادة غذائية ، فان كل خلية فى نهاية اليوم تتكاثر بالانقسام وتكون مستعمرة كبيرة • وهذه تستطيع أن تتكاثر دون قيد فى وسط يحتوى على استربتومايسين • وهذا يدل على أن طفرة جديدة قد ظهرت وجعلت البكتريا تقاوم الاستربتومايسين الذى كان ساما لأسلافها •

كيف تكتسب البكتريا مقاومتها للاستربتومايسين ؟ بين ديميريك فى تجاربه أن هذا ليس صحيحا • ففى كل مزرعة كبيرة تظهر طفرات قليلة مقاومة حتى لو لم تتعرض المزرعة للاستربتومايسين • فبعض الخلايا فى المزرعة تظهر فيها طفرات لحساسيتها للمقاومة بغض النظر عن وجود الاستربتومايسين أو عدم وجوده • وبين ديميريك أن تكرار هذه الطفرة فى حدود واحد فى المليون • أى أن خلية واحدة من بين مليون خلية تصبح ذات مقاومة فى كل جيل • ولا يثير الاستربتومايسين هذه الطفرة قط ،ولا يتعدى دوره فى هذه العملية دور العامل المنتخب • فعندما يضاف الاستربتومايسين للمزرعة، تموت كل الخلايا الحساسة له ولا تبقى الا الخلايا التى ظهرت فيها طفرة المقــاومة قبل أن يضاف الاستربتومايسين • فالبيئة تضبط العمليات التطـــورية ، ولكن هذا الضبط غير مباشر ، يتم عن طريق عامل الانتخاب الطبيعى أو المصطنع •

ماذا يحكم الانتخاب ؟ اذا كانت البكتريا ذات المقاومة قد ظهرت فى غيـــاب الاستربتومايسين ، فلماذا تسود البكتريا الحساسة فى كل المزارع العادية ، لماذا لم تتحول كل مستعمرة بكتريا القولون الى بكتريا ذات مقاومة ؟ الاجابة على ذلك هو أن البكتريا ذات المقاومة تجد نفسها فى موقف غير موات اذا وجدت فى وسط خال من الاستربتومايسين • بل ان ديميريك قد اكتشف شيئا غريبا وهو أن ٨٠٪ من أصناف البكتريا المشتقة من بكتريا مقاومة للاستربتومايسين تصبح معتمدة على هذا العقار ، ولا تستطيع أن تنمو فى وسط خال منه !

ومن ناحية أخرى نستطيع أن نعكس الأمر ، ونحصل على أنواع من البكتريا التى تستطيع أن تعيش دون استربتومايسين من مزارع تعتمد تماما على هذا العقار ٠ فلو أن بضعة بلايين من البكتريا المعتمدة على الاستربتومايسين قد وضعت فى وسط خال من هذا العقار ، فان كل هذه الخلايا تتوقف عن التكاثر ولا تتكاثر الا القليل جدا المستقل عن هذا العقار ٠ ويقدر ديميريك نسبة هذه الطفرة « العكسية » بنحو ٣٧ فى البليون فى كل جيل ٠

وقد وجدت هذه العملية التطورية التى تحدث فى بكتريا القولون فى غيرها من أنواع البكتريا فى السنوات الأخيرة ٠ وأصبحت هذه العملية مسألة تهم الجمهور بعد أن زاد استخدام المضادات الحيوية فى المجالات الطبية المختلفة ٠ فبعد استخدام البنسلين ظهرت أنواع من البكتريا تقاوم البنسلين وتعيش وتتكاثر وزاد احتمال هجومها على ضحاياها أكثر من ذى قبل ٠ وان شيوع استخدام البنسلين سيبطل مفعول اى أثر المضادات الحيوية على بعض أنواع البكتريا ، وهذا حدث فعلا ٠ ففى بعض المدن قل تأثير البنسلين فى علاج السيلان ٠

هذا الطراز من التغير التطورى قد حدث أيضا فى بعض الأحياء الأكبر من البكتريا ٠ ومن الأمثلة الجيدة على ذلك مقاومة ذباب المنازل لمادة الد٠د٠ت٠ فقد كان لهذه المادة اثر فعال ضد الذباب عندما اكتشف لأول مرة منذ عشر سنوات ٠ ولكن لم تلبث التقارير أن وفدت من أماكن عدة متباعدة مثل نيوهامبشر ، نيويورك وفلوريدا وتكساس وايطاليا والسويد تقول أن الد٠د٠ت٠ فقد مفعوله ضد أنواع جديدة من الذباب المنزلى فقد اصبح الانسان ــ دون أن يدرى ــ عاملا فى انتخاب انواع جديدة من الذباب تقاوم هذا المبيد ٠ ومثل هذا حدث ايضا فى حالات مشابهة ٠ فمثلا فقد غاز الهيدروسيانيك مفعوله ضد ذبابة الفاكهة ، بينما كان يستعمل بنجاح فى حدائق كليفورنيا من قبل أن يكتسب مناعة ٠

ومن الواضح أن الطفرات يمكن أن تحدث فى الطبيعة اذا هيات لها الوسط المناسب تختار ما يلائمها ٠ فمثلا لن تظهر بكتريا مقاومة اذا لم يوجد وسط به استربتومايسين يستدعى ظهور طفرة مقاومة له ٠ كما لن تظهر ذبابة مقاومة لمادة د٠د٠ت٠ اذا لم تستخدم هذه المادة ٠ كما أن هذه التغيرات التكيفية لا تفرض على الكائن الحى بشكل الى فقد هلكت أنواع عديدة من الأحياء فى الماضى الجيولوجى لأنها لم تجد حصيلة من الطفرات تناسب أو تتلاءم مع البيئات المتغيرة ٠ ان عملية ظهور الطفرات هى المادة الخام الجديدة التى تبنى عملية التغير المتطورة ٠

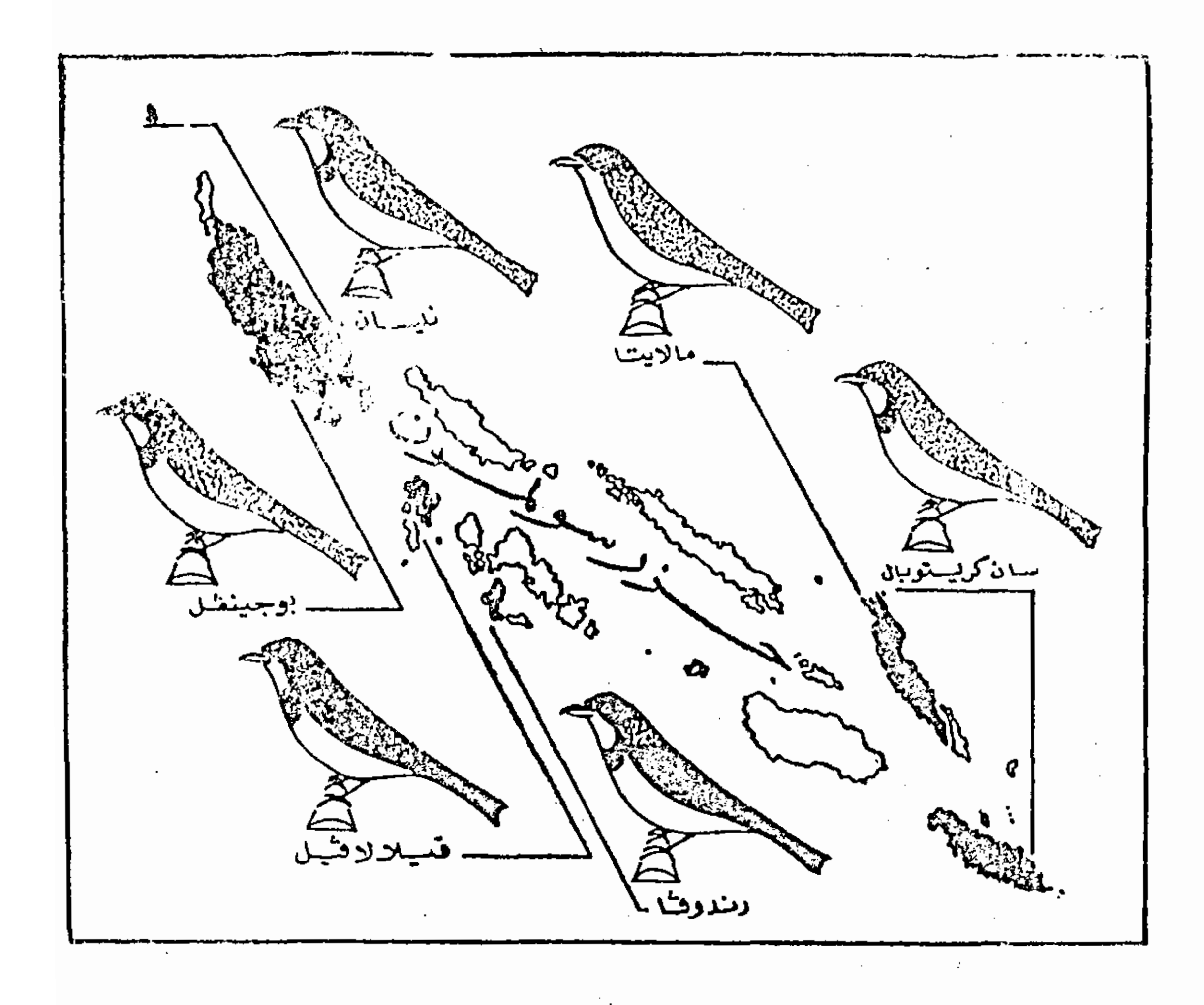
الطفــــرات

تظهر الطفرات من حين الى آخر فى كل الكائنات العضوية من الفيروس الى الانسان • وربما كان أحسن العضويات لدراســــة الطفرات هى ذبابة الفـــاكهة (دروسوفيلا) التى أصبحت الآن مشهورة • فهى يمكن ان تربى وتتكاثر بســـهولة وبسرعة فى العمل • كما أن لها عدد كبير من اجزاء الجسم والوظائف التى يمكن تسجيل صفاتها وملاحظتها • وتؤثر الطفرات فى لون العين والجسم ، شكل وحجم الجسم وأجزائه ، التركيب التشريحى الداخلى للحشرة ، خصوبتها ، معدل تكاثرها، سلوكها وغير ذلك • وتحدث بعض الطفرات اختلافات ضئيلة جدا لا تعرف الا بالمقاييس الدقيقة ، وبعض الطفرات تتضح للعيان بسهولة • وتظهر أحيانا طفرات ضارة جدا حتى أن الكائن الحى ليموت قبل أن يكتمل نموه • وهذه تسمى طفرات مميتة •

وغالبا ما يكون تكرار اى طفرة معينة منخفضا • فقد رأينا فى حالة بكتريا القولون أن الطفرة التى تقاوم الاستربتومايسين لا تظهر الا فى واحد من المليون فى كل جيل • بينما الطفرة العكسية التى تعتمد على الاستربتومايسين تظهر بمعدل ٣٧ مرة اكثر من معدل الطفرة الأول • وقد وجد أن الطفرات تتكرر فى ذبابة الفــاكهة ونبات الذرة بمعدل طفرة فى كل ٢٥٠٠ من كل ١٠٠ر٠٠٠ خلية جنسية فى كل جيل • ومن هذا يظهر أن الانسان اكثر تعرضا للطفرات من كل من ذباب الفاكهة او البكتريا ولكن علينا أن ندرك أن طول الجيل عند الانسان ٢٥ عاما تقريبا بينما هو عند ذباب الفاكهة اسبوعان وفى البكتريا ٢٥ دقيقة • لتكرار الطفرات بالنسبة لوحدة الزمن اكبر فى البكتريا منه فى الانسان •

ويمكن للكائن الحى الواحد أن يظهر فيه أكثر من طفرة ، تؤثر فى أجزاء مختلفة من الجسم فى وقت واحد ، فكم يبلغ تكرار كل الطفرات التى تظهر فى الجسم ؟ هذا سؤال تصعب الاجابة عليه لأسباب فنية • فمعظم الطفرات تنتج تغيرات طفيفة لا يمكن الكشف عنها بسهولة • ففى ذبابة الفاكهة تظهر طفرة جديدة تؤثر فى احد اجزاء جسمها بمعدل ١ الى ١٠٪ من خلاياها الجنسية فى كل جيل •

ومعظم الطفرات خطرة الى حد ما وقد يبدو هذا اعتراضا قويا ضد النظرية التى تقول أن الطفرة هى وسيلة التطور • فاذا كانت الطفرة تنطوى على عجز ما فكيف تكون هى وسيلة التكيف او التطور • والاجابة على ذلك بسيطة فقد تكون الطفرة ضارة فى بيئة معينة ولكنها مفيدة فى بيئة اخرى ، بل قد تكون ضرورية كذلك • بل قد يبدو غريبا اذا وجدنا طفرة تحسن تكيف الكائن الحى فى البيئة التى يعيش فيها عادة •



شكل (٦)

فكرة السلالة تصورها أشكال العصفور المغرد الذهبى Pochycephole pectoralis من جزر سولمون · وقد ظلت السلالات متمايزة بسبب العزلة الجغرافية أساسا · ويختلف بعضها عن بعض فى علامات الظهر السوداء والبيضاء الأجزاء الرمادية هى العلامات الخضراء ، والأجزاء الرمادية الخفيفة هى العلامات الصفراء فى الحقيقة ·

فكل طفرة نشاهدها قد ظهرت فى ظروف طافرة عدة مرات من قبل ، واكتسب الكائن الحى الطفرات المفيدة حتى أصبحت ضمن صفات الكائن الحى «العادية» · ولكن عندما تتغير البيئة قد تصبح بعض الطفرات التى لفظها الكائن الحى من قبل ذات فائدة فى تطوره · وقد قام الكاتب و ب·ف· سباسكى بتجارب معينة عملا فيها عن عمد على

الاخلال بالتوازن بين البيئة المصطنعة التى تعيش فيها ذبابة الفاكهة · فحدث ان هذا التغير فى البيئة قضى على عدد من الذباب ، ولكن خلال ٥٠ جيلا متعاقبا تحسنت احوال معظم الذباب ، وعاشت من جديد فى انسجام مع البيئة ، وذلك عن طريق انتخاب البيئة لأحسن الأنواع وافضلها تكيفا معها ·

ليس معنى هذا أن كل طفرة ستظهر فائدتها فى بيئة أخرى من البيئات · فليس من المتصور ان توجد بيئة يصلح فيها من أصيب بطفرة الهيموفيليا (عدم تجلط الدم) أو الطفرة التى توجد انسانا بلا أطراف ، ان معظم الطفرات فى الكائنات الحية ضارة، تحدث تغيرات سيئة ، ولكن بعضها ، ربما اقلية ضئيلة منها · قد تكون مفيدة فى بعض البيئات ولو كانت البيئة ثابتة لوصل الكائن الحى مرحلة كاملة من التكيف معهـــا ولقضى على الطفرات ـ لكن البيئة لا تثبت على حال قط ، فهى تتغير من مكان الى آخر ومن وقت الى آخر · ولو لم تحدث طفرات فى أى نوع من الأنواع فانه لن يصبح متكيفا قط مع تغيرات البيئة ويسير نحو الانقراض · فالطفرة هى الثمن الذى يدفعه الكائن الحى للبقاء · وليس لدى الكائنات الحية مقدرة معجزة لكى تنتج الطفرات المفيدة وحدها وقتما تشاء وحيثما تريد · فالطفرات تظهر ظهورا عشـــوائيا ، دون اعتبار لفائدتها وقت ظهورها ، فهى رغم ذلك تثرى الكائن الحى بامكانات عريضـة للتكيف ·

المورثات او الجينات

لكى نفهم طبيعة الطفرة يجب أن نبحث فى طبيعة الوراثة · فالانسان يبدأ خلقه عندما تلقح البويضة بالحيوان المنوى · فيبدأ من خلية البويضة التى تزن حوالى جزء من ٢٠ مليون جزء من الأوقية ، ثم ينمو حتى يصل الى ١٥٠ رطلا ـ أى ينمو بنحو ٤٨ بليون مرة · ومصدر هذه الزيادة الضخمة بلا ريب هو الطعام الذى يستهلكه ويهضمه ويتمثله ، اى يحوله الى مادة مثل مادة جسمه ، وهذا الجسم بدوره يشبه اجسام اسلافه · فالوراثة اذن هى عملية يتكاثر بها الكائن الحى او ينتج بها الكائن الحى مثيلا له من مادة غذاء مشتقة من البيئة · بمعنى آخر الوراثة هى عملية اعادة انتاج الذات ·

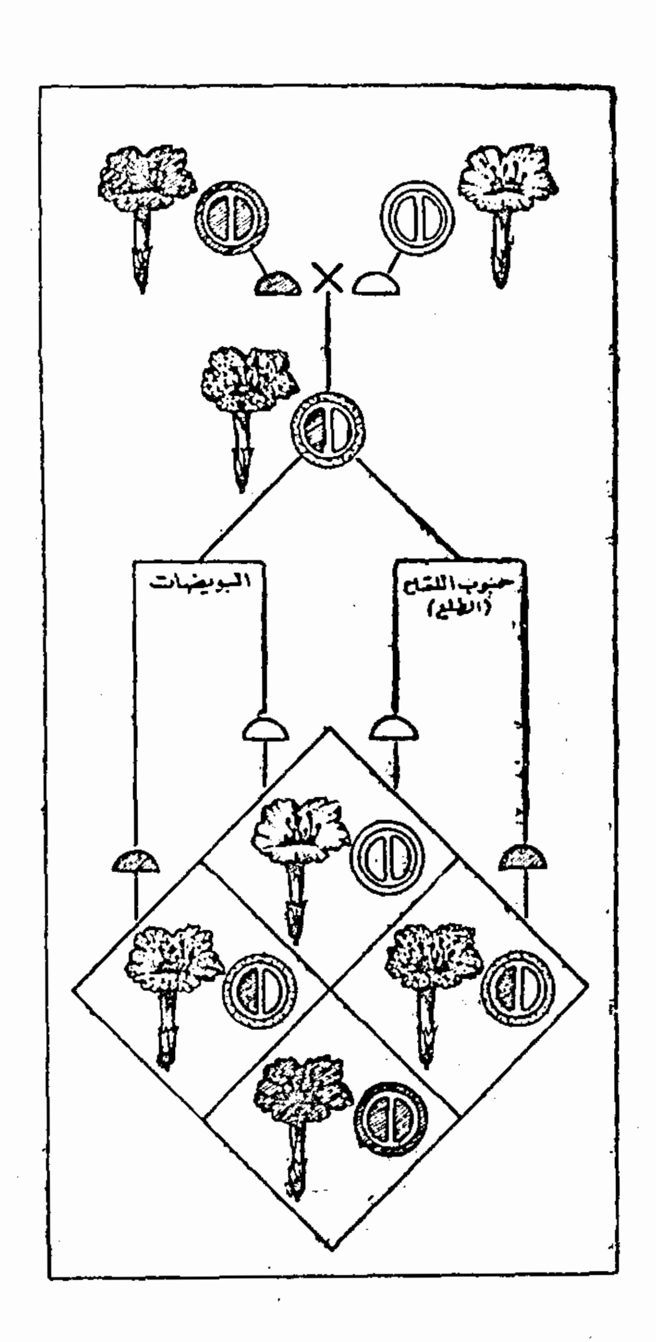
وحدات اعادة انتاج الذات هى المورثات أو الجينات · وتولد المورثات أساسا فى كروموزومات (صبغيات) نواة الخلية · ولكن هناك طرز معينـــة من المورثات تسمى جينات البلازما توجد فى السيتوبلازم . وهو الجزء المحيط بنواة الخلية ولا تعرف العملية الكيمائية التى يتم بها عملية الاخصاب ويبدو أن المورث يدخل فى سلسلة من

العمليات الكيمائية مع مواد موجودة فى محيطه ونتيجة لهذه العمليات يظهر مورثان بدلا من واحد · بمعنى آخر ان المورث يخلق نسخة منه من مادة غير جينية · ويعتبر المورث ثابتا لأن النسخة الجديدة المخلقة منه صورة طبق الأصل تماما فى معظم الحالات · ولكن أحيانا تخطىء الصورة الجديدة ، ولا تصبح صورة مطابقة تماما للمورث الأصلى · وهذه هى الطفرة · ونستطيع فى المعمل أن نزيد من تكرار الطفرات باستخدام الأشعة السينية · أو الأشعة فوق البنفسجية أو الحرارة المرتفعة أو مواد كيمائية معينة ·

هل تستطيع البيئة تغيير المورث ؟ انها تستطيع بكل تاكيد · ولكن المهم هو نوع التغير الذى يحدث · واسهل اشكال التغيير هو استخدام السم أو الحرارة بشكل يعجزه عن التوالد · فالمورث الذى لا يكون صورة له ليس مورث ،انه مادة ميتة · فالطفرة تغير من نوع خاص جدا · والمورث المعدل يستطيع أن يكرر نفسه مثل المورث المعدل وليس مثل المورث الأصلى · ومثل هذه التغيرات نادرة نسبيا · وهذه الندرة لا ترجع مطلقا الى اى مناعة للمورثات امام مؤثرات البيئة ، اذ ان مادة المورثات ربما كانت انشط مواد الجسم كيمائيا ، ولكن لأن المورثات بطبيعتها تنتج مثيلاتها ، وان التغيرات النادرة التى تؤثر فى المورثات وتجعلها تحيد عن انتاج مثيلاتها هى التى تحدث تغيرات دائمة فى الكائن الحى ·

ويجب الا نخلط بين تغير ظاهرات الوراثة بالتغير فى الوراثة ذاتها · فالقول بمورثات لون العين » أو وراثة الميول الموسيقية انما هو قول مجازى · فالخـــــلايا الجنسية التى تنقل الوراثة ليست لها عيون ولا ميول موسيقية · وان ما تقرره المورثات هى انماط من النمو ، ينتج عنها ظهور عيون لها لون معين ، وافراد لهم ميول معينة · فعندما تتوالد المورثات وتنتج نسخا منها من مادة طعام مختلفة وفى بيئات مختلفـة ، فهى تنطوى على اظهار « صفات » مختلفة ، أو « انماط » جسمية مختلفة · ونتيجة هذا النمو تتاثر بكل من البيئة والوراثة ·

ويتصور الناس أن الصفات الوراثية تنتقل من السلف الى الخلف عن طريق « الدم » · فوراثة الطفل ــ فى التصور العادى ــ نوع من السبيكة أو المحلول ينتج عن خليط من دم الأب ودم الأم · وقد اثبت العلم بطلان هذا التصور منذ اكتشافات مندل عام ١٨٥٦ · فالوراثة لا تنتقل بالدم ولكن عن طريق المورثات · وعندما تتقابل مورثات مختلفة فى كائن حى واحد ، فانها لا تمتزج ولا يعدى بعضـــــها بعضـــا ، فالمورثات وحدات مستقلة حتى فى الخلاسيات ، وينفصل بعضها عن بعض عندما يكون الخلاسى او الهجين خلايا جنسية ·



شكل (٧)

المعزل المندلى كما تمثلها ميرابيليس جلابا تتحد مورثات الزهور البيضاء والحمراء فى زهرة وردية خلاسية ثم تنفصل المورثات فى الخلف المتزاوج للزهور الوردية .

علم الوراثة والرياضـــيات

رغم أن عدد المورثات فى أى كائن حى غير معروف ، الا أنه يحصى بالآلاف ، على الأقل فى الكائنات الحية الراقية • ويقدر هذا العدد بالنسبة لذبابة الفاكهة بنحو ٥٠٠٠ الى ١٢٠٠٠ مورث • أما بالنسبة للانسان فالعدد أعلى من ذلك • وحيث أن معظم المورثات تنتابها تغيرات طافرة من وقت الى آخر ، فان كل جمهرة أى نوع من الأنواع لابد وأن يظهر فيها طفرات فى كثير من مورثاتها • فمثلا هناك تنوعات واسعة بالنسبة للانسان فى لون البشرة ولون الشعر ولون العين ، وفى شكل الراس ، وشكل وتوزيع الشعر ، وشكل الأنف والشفاة وطول القامة وفى نسب طول الجسم ، والتركيب الكيمائى للدم والصفات النفسية وهكذا • وكل صفة من هذه الصفات يؤثر فيها مورث او اكثر ولنكن متحفظين فى تقديراتنا ونقول أن النوع البشرى يحمل الف مورثا وأن لكل مورث متغايرين • وحتى هذا التقدير المتحفظ للغاية يسمح للتباديل والتوافيق المندلية أن تنتج ٢ أس ١٠٠٠ من التوافيق الوراثية فى المخلوقات البشرية •

ومن السهل أن نكتب ٢ أس ١٠٠٠ ، ولكن من الصعب تصوره • وهذا الرقم يتضاءل امامه ما يقدر علماء الفيزياء من عدد الالكترونات والبروتونات الموجودة فى الكون • وهذا معناه أنه لا يوجد شخصان متطابقان فى صفاتهما كلها تمام التطابق الا التوائم ذات المشيمة الوحدة • ولا يوجد شخصان متطابقان من بين الأحياء او الأموات أو ممن سيعيشون فى المستقبل ، يمكن أن يحملا أو يكونا قد حملا نفس المجموعة المتطابقة من المورثات • كذلك القطط والكلاب والفئران ، كل فرد منها غير متكرر اطلاقا ، مثلهم مثل البشر تماما • وان عملية التكاثر الجنسى التى تعتبر تشكيل التوافقات الوراثية لتحدث تشكيلات جديدة لا حصر لها •

ورب معترض يقول أن عدد التوافيق لا يهم كثيرا ، فهذه التوافيق ســـتحدث باستمرار ، بين الاف المورثات المتنوعة المتغايرة ، وأن طريقة هذه التوافيق ليست ذات دلالة كبيرة • ولكن هذا ليس بصحيح فالمورث الواحد له اكثر من اثر عندما يتوافق مع مورثات اخرى مختلفة • ولقد بين تيموفيف رسوفسكى أن طفرتين من طفرات ذبابة الفاكهة من شانهما أن تقصرا فى عمر الذبابة ولكن اذا اجتمعتا ، تصبحان قليلتى الخطر • ومعنى هذا أن الاختيار الطبيعى لا يقيس صلاحية الطفرة لبقاء الكائن الحى، بل صلاحية التوافيق الوراثية الجديدة التى تنشا من ظهور طفرة او طفرات جديدة •

انواع الدروسوفيلا وبعض الأحياء الأخرى تميل الى أن تظل منعزلة ، لأن نسلها الخلاسى ضعيف وعقيم فى الغالب •

والتكاثر الجنسى اذن يظهر عددا ضخما من التراكيب الوراثية ، بعضها وربما كانت أقلية فقط تظهر توافقا عجيبا لمتطلبات البيئات التى تعيش فيها ٠ فوظيفة التكاثر الجنسى البيولوجية هى أنه يقدم ميكانيكية على درجة عالية من الكفاءة للتجربة والخطأ لعملية الانتخاب الطبيعى ٠ ومن المعقول أن نتصور أن الجنس أصبح وسيلة التكاثر الصالحة لأنه يعطى الكائنات الحية أكبر امكانات للتطور المتكيف والحسن ٠ أو التطور التقدمى ٠

لنتصور عالما مكونا من بيئة واحدة متجانسة ٠ ولنفرض أن سطح كوكبنا كان مسطحا تماما ٠ تغطية طبقة من التربة ، وبدلا من تعاقب الصيف والشتاء لدينـــا درجة حرارة ورطوبة واحدة ٠ وبدلا من تنوع الطعام لدينا طعام واحد ٠ يمدنا بالطاقة اللازمة للحياة ٠ فى مثل هذا العالم الواحد ـ كما يقول العالم الروسى جوص ٠ لا يعيش الا نوع واحد من الأحياء ٠ ولو ظهر نوعان أو ثلاثة من الأحياء ، لتكاثر الأكثر صلاحية منها ويقضى على النوعين الآخرين الأقل صلاحية ، ولأصبح الســاكن الوحيد لهذا الكوكب ٠ ولكن البيئة فى عالم الواقع تتغير كل لحظة ، فهناك المحيطات والسهول والتلال والجبال وهناك تعاقب الليل والنهار والبرد والحر ، وهناك الأراضى الحارة دائما ، والصحارى الجافة ، والاحراج الرطبة ـ هذه البيئات المتنوعة تسببت فى وجود استجابات لا حصر لها ، وتوالد عدد لا يحصى من الأنواع المتميزة عن طريق العمليات التطورية ٠

نمـــــاذج من التكيفات

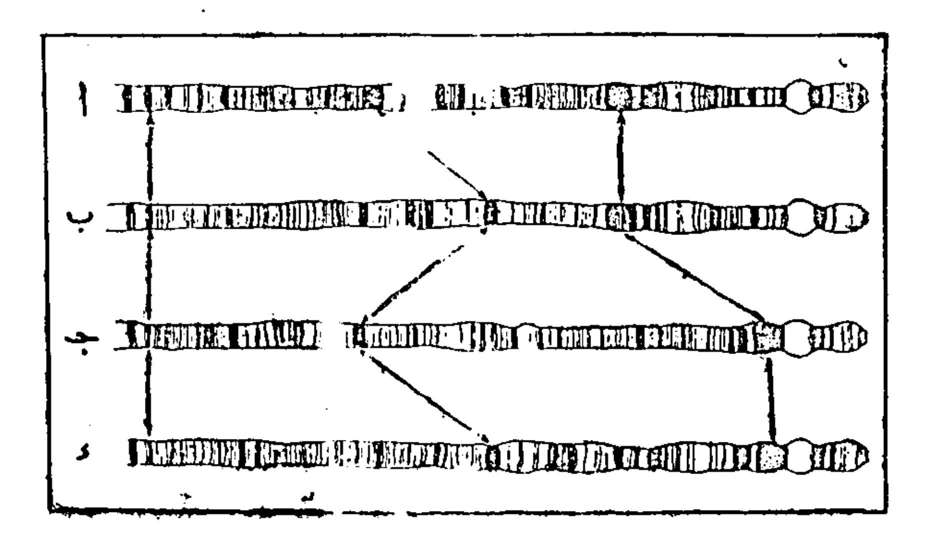
بعض أنواع النبات والحيوان متعددة الشكل أى تظهر افرادها فى الطبيعـــة بأشكال مختلفــــــة ٠ فمثـــــلا بعض افراد الخنــــافس المعروفة باسم ليديبيرد Lipunheaca Odalis لونها أحمر ذات بقع سوداء ، بينما البعض الآخر لونها أسود ذات بقع حمراء ٠ وهذا اللون وراثى ٠ واللون الأسود تسلك سلوك الصفة السائدة الندلية ٠ واللون الأحمر سلوك الصفة المتنحية والخنافس السوداء والحمراء تعيش معا وتتناسل بحرية ٠ وقد لاحظ تيموفيف مسوفسكى أن الخنافس الســوداء تسود فى برلين من الربيع الى الخريف وأن الخنافس الحمراء يزداد عددها فى الشتاء فما سبب هذه التغيرات ؟ ليس من المعقول أن تزداد مورثات اللون بالتغير الحرارى للفصول ٠ اذ معنى هذا تفشى طفرة معينة بشكل لم يسبق له مثيل من قبل ٠ ولكن الأقرب الى العقل أن نقول أن هذا التغير حدث نتيجة للانتخاب الطبيعى ٠ فالشــكل الأسود لسبب ما اكثر نجاحا فى البقاء والتكاثر من الشكل الأســود فى الصيف ، ولكن الأحمر يفوق الأسود فى ظروف الشتاء ٠ وحيث أن الخنفساء تنتج اكثر من

جيل خلال الفصل الواحد ، فان النوع يتعرض لتغيرات دورية فى تركيبها الوراثى استجابة للتغير الذى يحدث فى البيئة • وقد تأكد هذا الغرض باكتشاف هلاك كثير من أفراد الخنافس السوداء أثناء قر الشتاء وبقاء القليل منها أثناء هذا الفصل •

وقد لاحظ المؤلف تغيرات فصلية فى ذبابة الفاكهة فى بعض اماكن كليفورنيا فذباب الفاكهة من نوع Orosophila pseudo obscure تكاد تكون متجانسة فى لونها وفى بعض صفاتها الظاهرية ، ولكنها شديدة القنوع فى تركيبها الكروموزومى، وهذا يظهر بفحصها مجهريا • وقد وجد أنه فى مكان يسمى بنيون فلاتس ، على جيل سان جاكنتو فى جنوبى كليفورنيا ، توجد أربعة تراكيب مشتركة فى كروموزومات الذباب ، نستطيع تبسيطا للأمور أن نطلق عليها أ ، ب ، جـ ، د • وقد أخذت عينات من هذا الذباب ما بين عامى ١٩٣٩ و ١٩٤٨ فى شهور مختلفة • واخضعت للفحص المجهرى • ووجد أن معدلات تكرار هذه التراكيب ونسبها المئوية كانت كما يلى :

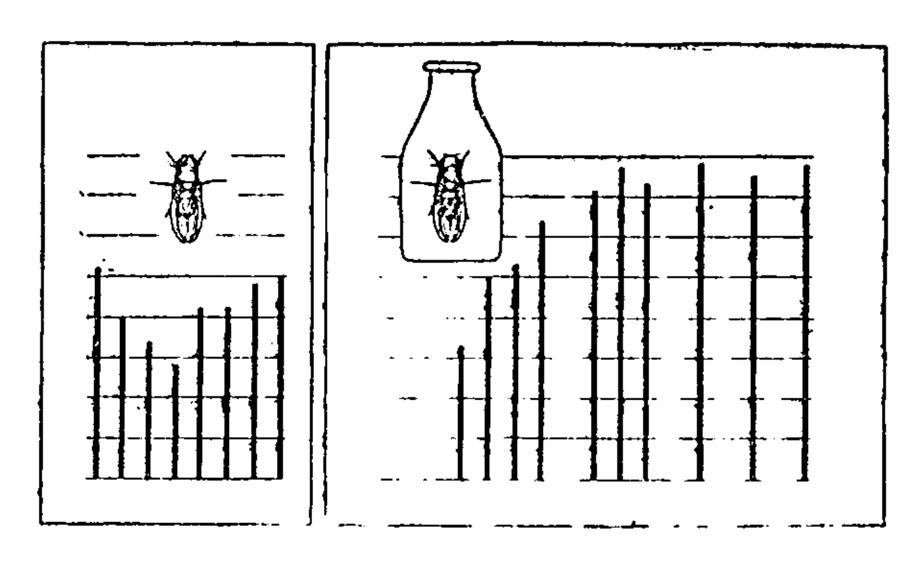
الشهر	أ	ب	جـ	د
مارس	٥٢	١٨	٢٣	٧
ابريل	٤٠	٢٨	٢٨	٤
مايو	٣٤	٢٩	٣١	٦
يونيه	٢٨	٢٨	٣٩	٥
يوليه	٤٢	٢٢	٣١	٥
اغسطس	٤٢	٢٨	٢٦	٤
سبتمبر	٤٨	٢٣	٢٦	٣
اكتوبر ـ نوفمبر	٥٠	٢٦	٢٠	٤

اى ان طراز (أ) كان شائعا فى الشتاء ولكنه تدهور فى الربيع بينما كان طراز (جـ) مزدهرا فى الربيع ومتدهورا فى الخريف • هذا مع العلم ان الذباب الذى يحمل



شكل رقم (٨)

أربعة تنوعات من نوع دروسوفيلا بسون وبسكورا ، تنـــوعت حسب تركيب كروموزوماتها • فتظهر العلامات المتشابهة فى بعض الأماكن كما ترى تحت المجهر (الأسهم فى الشكل) •



شكل (٩)

عدد الذباب من نمط كروموزومي واحد يختلف في الطبيعة (الى اليسار) عنه في المعمل ففى الطبيعة . تحت تأثير الاختلاف الموسمى . يتزايد عدد الذباب وينقص بانتظام بينما هو على نمط واحد في ظروف المعمل الواحدة •

كروموزوم (جـ) اكثر ملاءمة لظروف الربيع من طراز (ا) . ومن ثم يقل عدد ذباب (ا) من مارس الى يونية ويزداد طراز (جـ) شيوعا · وبالعكس صيفا ، يزداد عدد (ا) بالنسبة لذباب (د) · اما طرازا (ب) و (د) فلا يتاثران كثيرا بتغيير الفصول ·

ويمكن ملاحظة مثل هذا تحت ظروف معملية مضبوطة · وقد حفظت ذباب الفاكهة فى جهاز بسيط جدا من الخشب والزجاج ، ذى فتحات من اسفله وضع فيه الوسط الغذائى الذى عاشت عليه الذباب ، وهو نوع من الفطائر المصنوعة من دقيق الخبز والعسل الأسود والخميرة · ووضع خليط من الذباب فى هذا الجهاز ، يتكون من ٣٢٪ من طراز (ا) و ٦٧٪ من طراز(جـ) وترك ليتزاوج بحرية ، لا يحدها الا كمية الغذاء الموجودة فى الجهاز · ولو كان احد الطرازين اصلح للبقاء من الآخر لزاد عدده على حساب الآخر · وهذا ما حدث فعلا · ففى خلال الأشهر الستة الأولى زادت نسبة الذباب من طراز (ا) من ٣٣ الى ٧٧٪ من الذباب ، وهبطت نسبة طراز (جـ ، ب) ٦٧٪ الى ٢٣٪ ولكن خلال الأشهر السبع التالية حدثت تسوية بين الطرازين وتراوحت نسبة الطرازين حول ٧٥ و ٢٥٪ لكل منهما على الترتيب ·

فاذا كان طراز ا افضل من طراز حـ . فلماذا لم تكتسح كروموزومات ا كروموزومات حـ اكتساحا كاملا · وقد حل سيوول رايت من جامعة شيكاغو هذا اللغز بالتحليل الرياضى · فالذباب من الطرازين كان يتزاوج تزاوجا حرا سواء كان فى بيئته الطبيعية او بيئته المعملية · فتكون الذباب من ثلاثة انواع هى · ١) من حمل كروموزومات ا من كل من الأبوين وبذلك حمل كروموزوم ا مضاعفا (اا) ٢) من حمل كروموزوم حـ مضاعفا (حـ حـ) · ٣) من حمل كروموزومات مختلفة الطرز من ابويها (ا حـ) · فالطراز المختلط (ا حـ) تحمل اعلى قيمة متكيفة مع البيئة ، وهى ما يسمى « بعنفوان الخلاسى » · اما عن الصفات النقية سواء كانت اا او جـ جـ ، فان الأولى تفوق الثانية فى حياة الصيف · فالانتخاب الطبيعى اذن يزيد كروموزومات ا فى السكان ويقتل كروموزومات حـ · وفى الربيع تصبح كروموزومات حـ حـ افضل من كروموزومات اا ، فيحدث العكس · ولكن لاحظ انه فى مجموعة مختلطة لا تختفى كروموزومات اا او كروموزومات حـ اختفاء تاما · حتى ولو وضعت فى بيئة ثابتة تسود فيها كروموزومات اا على كروموزومات حـ حـ سيادة تامة · وهذا أمر حسن جدا لنوع الذباب ، اذ أن حشارة كروموزومات من طراز معين . مهما كان هذا مفيدا لمجموعة ما ، الا انه يسلب الذباب ميزة هذه الكروموزومات على المدى الطويل . عندما تتغير الظروف وتنشا الحاجة اليها · ومن ثم كانت المجموعة متعددة الصفات خير من المجموعة المتجانسة . لانها تستطيع ان تكيف نفسها لتغيرات بيئية مختلفة وتستخدم امكاناتها لتلائم بيئات متعددة ·

الســـــلالات

يختلف افراد النوع الواحد اذا قطنوا بيئات مختلفة اختلافا وراثيا بعضهم عن بعض · وهذا هو ما يعنيه عالم الوراثة عندما يتحدث عن السلالات
فالسلالات مجموعات من الأفراد داخل نوع من الأنواع تختلف ع نمجموعات اخرى فى شيوع صفات او مورثات معينة · والسلالة حسب الأفكار القديمة التى كانت تظن أن الدم يحمل الصفات الوراثية ، والتى لا تزال تسود بين الذين يجهلون علم الأحياء الحديث ، هى ما ينتج عن الصفات الوراثية التى تحملها مجموعة منعزلة من الأحياء ونميزها عن غيرها ، وتصبح بذلك ذات طابع يزداد تميزا جيلا عن جيل طالما لم تتدخل مجموعة اخرى رمن ثم تصبح هذه المجموعة ا والقبيلة سلالة نقية ، جميع افرادها يتجانسون وراثيا · ويظن بعض العلماء الذين اضلتهم هذه الفكرة انه مر حين من الدهر كان فيه النوع البشرى يتكون من سلالات نقية ، ثم حدث الاختلاط فيما بينها او هذا الاختلاط هو الذى كون المجموعات البشرية الحالية ·

والحقيقة أن السلالات النقية لم تظهر قط · كما انه لا يمكن ان تكون قد ظهرت فى أى نوع من الأنواع مثل النوع البشرى ، التى تتكاثر بالاتصال الجنسى · فقـد راينا أن جميع الكائنات البشرية فيما عدا التوائم المتماثلة تختلف بعضها عن بعض فى صفاتها الوراثية وقد تكون هذه الاختلافات الوراثية كبيرة بين سكان البيئـات المناخية المتباينة · ى أن سكان افريقيا الوسطى الأصليين يمتلكون مورثات البشرة الداكنة بنسبة اعلى مما يمتلكه سكان اوروبا · وتقل مورثات العيون الزرقاء باطراد من اسكنديناوه الى وسط أوروبا فالبحر المتوسط فافريقيا · ورغم هذا فهناك زرق العيون فى حوض البحر المتوسط بل وفى افريقيا وهناك سود العيون فى النرويج والسويد ·

ويجب ان نتذكر أن السلالات مجموعات من السكان وليست افرادا ·والاختلافات السلالية نسبية وليست مطلقة ، حيث انه لا توجد مجموعة سكانية تمتلك مجموعة من المورثات تفتقدها افراد مجموعة سكانية اخرى اللهم الا فى المناطق النائية القاصية · ومن الصعب ان نذكر كم ســـــلالة توجد فى اى نوع من الأنواع · فمثـــلا بعض الانثروبولوجيين لا يعترفون الا بسلالتين بشريتين فقط ، بينما اخرون يعددون اكثر من مائة · وتكمن الصعوبة فى تحديد الفارق بين سلالة واخرى واذا كان النرويجيون من السلالة النوردية والايطاليون الجنوبيون من سلالة البحر المتوسط ، فالى اى سلالة ينتمى سكان الدنمارك او شمالى المانيا او جنوبيها او سويسرة أو شمالى ايطاليا · ان شيوع الصفات المميزة تتغير بالتدريج من النرويج الى جنوبى ايطاليا · واذا قلنا

أن سكان المناطق الانتقالية سلالات متميزة فقد لا نخطىء علميا ولكن هذا يضيف الى تصنيف السلالات خلطا جديدا ، حيث أننا لا نستطيع أن نرسم خطا فاصلا بين سلالة وأخرى ، سواء اعترفنا بوجود سلالتين فقط أو أربع أو عشرة أو مائة سلالة . أو نرفض التقسيم السلالى كلية .

ان الفروق بين السلالات البشرية قليلة نسبيا . حيث أن الفواصل الجغرافية بينها فى أى مكان ليست قاطعة . فعندما ينتشر النوع فى أماكن متباينة ، فان عملية التكيف للظروف البيئية المختلفة تؤدى الى تراكم اختلافات احيائية عديدة من شأنها أن تعمق الفروق بين السلالات . فتتفرع السلالات بالتدريج وليس فى هذا بطبيعة الحال ضرر فى هذا التنوع ، واحيانا يقف التنوع ، بل وقد يتحول الى التلاقى والامتزاج . وهذا يصدق بصفة خاصة على النوع البشرى . فلقد كانت السلالات البشرية أكثر انفصالا وتميزا بعضها عن بعض فى الماضى منها فى الوقت الحالى . ورغم أن أفراد النوع البشرى يسكنون كل صقع وكل بيئة على وجه الأرض ، الا ان تطور وسائل النقل وزيادة الانتقال من مكان الى اخر ، لا سيما فى العصور الحديثة ادى الى ازدياد التزاوج والى اندماج بعض الصفات الوراثية للسلالات البشرية .

وتتضح السلالات المتفرعة بعضها عن بعض مع مرور الزمن أو ربما ادت عملية التفرع الى تكوين أنواع جديدة . ورغم أن تفرع الأنواع عملية تدريجية فمن الصعب أن تعرف متى تتحول السلالة الى نوع ، فهناك اختلافات معينة بين النوع والسلالة ، مما يجعل عملية تكوين الأنواع احدى العمليات الاحيائية الهامة . وكان داروين محقا عندما أطلق على كتابه الرئيسى « أصل الأنواع » .

ان السلالات التى تتكاثر بالاتصال الجنسى ، أو ذات أعضاء التكاثر الجنسى تستطيع أن تتزاوج فيما بينها تزاوجا كاملا ، ولا تحتفظ بتمايزها السلالى الا عن طريق العزلة الجغرافية . والقاعدة العامة بين الأحياء هى انه لا يسكن بيئة من البيئات الا سلالة واحدة من أى نوع من الأنواع . فاذا سكن نفس الاقليم سلالتان ، فانهما تتزاوجان ، وتتبادلان المورثات وتندمجان وتصبحان فى النهاية مجموعة واحدة . غير أن النوع البشرى يشذ عن هذه القاعدة ، فالزواج عملية اجتماعية تتدخل فيه عوامل من اللغة والدين والمركز الاجتماعى والاقتصادى وغيرهما من العوامل الثقافية ومن ثم فان العزلة الثقافية قد تفصل بين طوائف السكان وتعزلها بعضها عن بعض ردحا من الزمن ، وتبطىء عملية تبادل المورثات رغم تعايش افرادها فى بيئة واحدة . ورغم هذا فالعلاقات الأحيائية قد اثبتت انها اقوى من العزلة الثقافية ، ويتم التزاوج بين افراد الطوائف المختلفة وتتحطم الحواجز والفواصل الثقافية بينهما . الا ان التزاوج الحر لا يعنى كما قد يفترض غالبا ان الفروق السلالية تتلاشى ويصبح الناس

متشابهين ، فسيظل النوع البشرى محتفظا بتنوع كبير فى الصفات الوراثية كما يحتفظ بها اليوم • غير أن النمط الواحد قد يوجد فى أى مكان فى العالم ولا يقتصر على مكان واحد . وتزول السلالة بوصفها مميزا لمجموعة من الناس تعيش اقليما معينا من الأرض •

عـــزلة الانواع

اما الأنواع فهى على عكس السلالات تستطيع أن تتعايش فى نفس الاقليم دون أن تفقد شخصياتها • وقد وجد ن • لوتز من المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى ١٤٠٢ نوعا من الحشرات فى حديقة منزله بإحدى ضواحى نيوجرسى ومساحتها ٧٥ × ٢٠٠ قدم • وليس معنى هذا أن افراد الأنواع المختلفة لا تتزاوج فقط • فالأنواع المتقاربة فى الطبيعة تتزاوج ، ولا سيما بين النباتات ، ولكن هذا أمر نادر جدا ، واذا حدث مرة فهو يستحق أن يسجل فى المجلات العلمية •

والسبب فى عدم تزاوج الأنواع المتمايزة أن عملية التلقيح عندما تحصل بين بعضها والبعض ، فمثلا وجد عالم النبات كارل س • ابلنج من جامعة كليفورنيا أن هناك نوعين من النبات يعيشان فى كليفورنيا الجنوبية قد فصلت بينهما عوامل ايكولوجية، احدهما فضل الأماكن الجافة ، والآخر الأماكن الأكثر رطوبة • ولكن عندما ينمـــو النوعان جنبا الى جنب فانهما ينتجان نوعا خلاسيا ، وأن هذا النوع الخلاسى يمتـاز بالقوة . ولكن بذوره اقل من المتوسط بنحو ٢٪ ، اى انه عقيم عقما جزئيا • فالعقم الخلاسى ظاهرة معروفة وشائعة ويعتبر عامل عازل ومؤثر • ومن الأمثلة المعروفة لذلك البغل وهو نتاج خلاسى بين الحمار والحصان • فالبغال الذكور عقيمة دائما ، اما اناث البغال فهى عقيمة غالبا • ولكن هناك بعض انواع البط الخلاسية الخصبة ، ولكن هذه تنتج عندما تربى وليس وهى تعيش فى حالة برية •

. وهناك نوعان من ذباب الفاكهة هما pseudo obscura & persimilis متشابهان تشابها كبيرا ولا يمكن التمييز بينهما بمجرد النظر الى شكلهما الخارجى • ويختلفان فى تركيب الكروموزومات وصفاتها الفزيولوجية • ولو حدث واختلط عدد من اناث النوعين مع عدد من ذكور احد النوعين ، فان معظم التزاوج يحدث بين ذكور واناث النوع الواحد ، وان حدث قليل من التزاوج المختلط • اما بين النبات فان زهور الأنواع المتشابهة قد تختلف بعضها عن بعض فى التركيب حتى انه يتعذر على حشرة معينة أن تقوم بتلقيح الزهرة من نوع مختلف او قد تختلف الزهور فى اللون والرائحة والشكل بحيث تجتذب حشرات مختلفة • واخيرا فلو افترض وحدث تلاقح بين نباتين

مختلفين فان هذا التلقيح لا يثمر عادة او يثمر ثمرة لا تعيش • وغالبا ما يحدث اقتران اكثر من عامل عازل قد لا يفلح واحد منها فى عزل نوع عن نوع ولكن اقتران اكثر من عامل يؤكد فى النهاية اعتزال نوع عن اخر ، ففى حالة نوعى ذباب الفاكهة من جنس الدروسوفيلا هناك ثلاثة عوامل :

١ ـ الميل للتكاثر مع نفس النوع حتى ولو اجتمع اكثر من نوع •

٢ ـ اختلاف المناخ فنوع يفضل المناخ الجاف واخر يفضل المناخ الرطب •

٣ ـ حتى ولو حدث جماع فان الناتج ان كان ذكرا فهو عقيم وان كان انثى تنتج نسلا ضعيفا لا يعيش • وهناك ادلة قوية على أن هذين النوعين لا يتبـــادلان المورثات فى الطبيعة •

وهذه الحقيقة التى تقول أن الأنواع المتمايزة تستطيع أن تعيش معا فى نفس الاقليم ، بينما لا تستطيع السلالات ، ذات دلالة هامة جدا • فهى تسمح بتـــكوين مجتمعات من احياء متنوعة اشد التنوع ، تستغل تنوع البيئات الموجودة فى الاقليم اكثر مما تستطيعه افراد النوع الواحد مهما تعددت اشكالها ، والى هذا يرجع ثراء الطبيعة وتنوعها ، هذا الثراء الذى يبهر عالم الأجنة وغير عالم الأحيـــاء على الســـواء •

التطور فى مقابل الأشكال المسبقة

يجدر بنا أن نختم مناقشتنا لأسس نظرية التطور الحديثة بعرض الاعتراضات التى يحتج بها على هذه النظرية • ومن اكثر هذه الاعتراضات وجاهة ذلك الذى يقول حيث أن الطفرات تحدث « بالصدفة » وانها ليست موجهة ، وحيث أن الانتخـــاب الطبيعى عملية « عشوائية » أو قوة « عمياء » فمن الصعب أن نقتنع بمقدرة هذه الصدفة وهذه القوة العمياء على أن تكون عضوا جميلا معقدا مثل العين البشرية • فهذا ـ كما يقول هؤلاء النقاد ، مثل تصورنا امكان قرد يجلس على الة كاتبة ان يدق الكوميديا الالهية لدانتى ، ويميل بعض علماء الأحياء الى الاعتقاد بأن التطور عملية تقودها « قوة داخلية ترنو نحو الكمال » او « قوة جارفة ذات هدف » ، أو قوة تهدف الى الكمال • ومصدر الضعف فى هذه التفسيرات هو انها لا تفسر شيئا • ان القول بأن التطور تحركه قوة او رغبة او هدف هو من قبيل قولنا أن الة جر قطار الســكة الحديد تحركها « قوة محركة » •

وهذا الاعتراض الذى يقول أن النظرية الحديثة تعتمد اعتمادا كبيرا على الصدفة، ينقل شيئا هاما جدا ، وهو أنه لا يقدر تقديرا صحيحا الصفة التاريخية أو البعد التاريخى لعملة التطور · نحن لا نقول أن اقتران عدة طفرات حدثت بالصدفة قد أوجدت العين بكل كمالها · ولكن العين لم تظهر فجأة ، لمخلوق بلا عين · بل هى نتيجة عملية تطورية طويلة استغرقت عدة ملايين من السنين ، مرت بها العين فى عدد لا حصر له من المراحل ، كلها كانت مفيدة لصاحبها ، ولكنها تلاءمت مع متطلبات البيئة ، وانتخبتها البيئة انتخابا طبيعيا · فالسمكة البدائية التى يقدم بهـا علماء التشريح المقارن لا عين لها ، ولكن لها خلايا فى مخها تستطيع بها أن ترى الضوء · وربما كانت هذه الخلايا هى النقطة الأولى التى بدأ منها تطور العين فى اسلافنا ·

وقد رأينا ان قوة التوافقات الناتجة عن العملية الجنسية جارفة ، وأن عدد هذه التوافقات بالنسبة للنوع البشرى يفوق عدد الالكترونات والبروتونات الموجودة فى العالم · وعندما أوجدت الحياة الجنس ، فانها أوجدت وسيلة ذات كفاءة فائقة · ولم يطلب من هذه الكفاءة أن توجد مخلوقا جديدا فى نوبة واحدة من الخلق · فيكفى أن توجد تغيرا طفيفا يحسن فرص الكائن الحى للحياة والتكاثر فى بيئة ما · واما عن قصة القرد والالة الكاتبة فان النظرية لا تقول أن القرد قد جلس ودق الكوميديا الالهية من بدايتها حتى نهايتها ، بضربات حظ سعيدة متوالية · ولكننا نقول ان القرد من حين الى آخر كون كلمة ، أو سطرا ، وخلال ملايين السنين اخذت البيئة تتغير والتكيف يحدث حتى يصل الى نهاية الكوميديا · والطفرة تحدث « صدفة » بمعنى واحد فقط هو أنها تحدث بعض النظر عن فائدتها ، فى الوقت وفى المكان الذى حدثت فيه · ويجب أن نتذكر أن تركيب المورث ، مثل تركيب الكائن الحى كله انما هو نتيجة عملية تطورية طويلة ، ولا يمكن التنبؤ بالطريقة التى تحدث بهـا الطفـرة وتتغير المورثات ·

اما النظريات التى تفسر التطور « بالقوة المحركة » والرغبـة فى الكمال ، تتضمن أن هناك قدرا معينا من القدر المسبق ، وأن التطور لم تحدث الا ما هو مقدر لها أن تحدثه · والتطوريون الحديثون يعتقدون ان التطور استجابة خلاقة من الكائن الحى لتحديات البيئة · وأن دور البيئة هو أن توجد فرصا للاقتراعات الاحيائية · وأن التطور لا يرجع للصدفة أو لنمط مسبق ، ولكنه لعمليات طبيعية خلاقة ·

٣ ـ القرينة التى افتقدها داروين

هـ٠ ب٠ د٠ كتلويل

مارس ١٩٥٩

فى زمانه كانت انواع معينة من العثة بيضاء اللون ، اما الآن فقد اصبحت سوداء سوداء فى كثير من الانحاء ، ولو انه لاحظ هـذا يحدث لرأى نظـــرية التطور وهى تعمـــل ٠

لقد كان كاتب أصل الأنواع الذى احتفلنا بمرور مائة عام على صـدوره عام ١٩٥٩ ثمرة عمل استمر ٢٦ عاما . تكدست فيه المعلومات المستقاة من الطبيعة بجهد وصبر ٠ وقد قال اخرون بنظرية التطـــور قبل داروين ، ولكنه وحده هو الذى قدم الأدلة التى ساعدت على بلورة هذه النظرية ٠ غير أن هناك ثغرتين فى سلسلة أدلة داروين الأولى أن داروين لم يكن يعرف كيف تحدث الوراثة ٠ والثانية أنه كان ينقصه مثال مشاهد على نظرية التطور وهى تعمل ٠

ومن الغريب ان هاتين الثغرتين كان من الممكن سدهما اثناء حياة داروين . فقوانين مندل كانت قد نشرت عام ١٨٨٢ ، رغم أن المجتمع العلمى لم يعرفها الا عام ١٩٠٠ . وقبل أن يموت داروين عام ١٨٨٢ ، حدثت أكبر ظاهرة أو تغير تطـــورى شاهده الانسان فى بلد داروين نفسها .

والمسالة ببساطة انه منذ اقل من قرن مضى كانت هناك أنواع من العثة البيضاء أو فاتحة اللون ، تستطيع ان تضاهى اجساما بيضاء مثل جذوع الشجر او الصخور البيضاء المغطاة بالطحلب ، حيث كانت العثة تقضى نهارها ساكنة لا حراك فيها . اما الآن فقد أصبحت هذه الأنواع داكنة فى مناطق عديدة ، ونحن نسمى الآن هذه الظاهرة بالصبغة السوداء الصناعية .

وقد حدث أن داروين ظهر فى وقت حدث فيه أكبر تغير من صنع الانسان على الأرض . فمنذ أن بدأت الثورة الصناعية فى أواخر القرن الثامن عشر تلوثت مناطق واسعة من الأرض بتساقط ذرات الدخان الأسود المتكاثف . وتقـــــدر هذه الذرات السوداء فى بعض المناطق الصناعية بالأطنان فى الميل المربع فى الشهر الواحد . ففى شفيليد مثلا ، قد يصل هذا الى ٥٠ طنا او أكثر . ولم نقدر ـ الا فى وقت حديث مدى انتشار ذرات الدخان الأخف وزنا ، ولم تعرف الا اخيرا مقدار أثره على النبات والحيوان فى الريف .

وهذا الدخان لا يلوث فقط أوراق الأشجار بل يقتل الطحلب العالق فوق جذوع الأشجار ، ثم ياتى المطر ويغسل هذا الدخان ويختلط به ويوزعه مرة أخرى فوق جذوع الأشجار وفروعها حتى تصبح سوداء اللون . وفى المناطق شديدة التلوث تســـود الصخور بل الأرض نفسها .

ويوجد فى انجلترا اليوم ٧٨٠ نوعا من العثة الكبيرة . منها ٧٠ غيرت لونها

(*) لا يزال الاعتراض قائما . ولم ينجح الكاتب فى الرد عليه . فهذا الخلق المعقد الركب الجميل الذى انتج آيات مبدعة ، لا يمكن أن يكون من صنع الصدفة فأى صدفة هذه ، بل ملايين الصدف التى تبدع الخلق ، لا بد اذن من وجود قوة خالقة ، لا بد من وجود الله ، واجب الوجود ، مبدع الكون والخلق والكائنات حسب نظرية التطور أن تحاول أن تفسر ـ من وجهة نظره ـ عملية التغير . أما الخلق فلا يزال المعجزة الكبرى والله من ورائهم محيط ، كما ان الكاتب لا يستطيع أن يصادر على مجموعة أخرى من التطوريين ، هم « التطوريون المؤمنون » . وحسبه الحديث عن العمليات الاحيائية التى يجيد الحديث عنها . ونلفت نظر القارىء الى آراء التطـــوريين المؤمنين . وليرجع من شاء منهم الى الكتاب الذى اصدرته جامعة شيكاغو عن التطـــور بعد

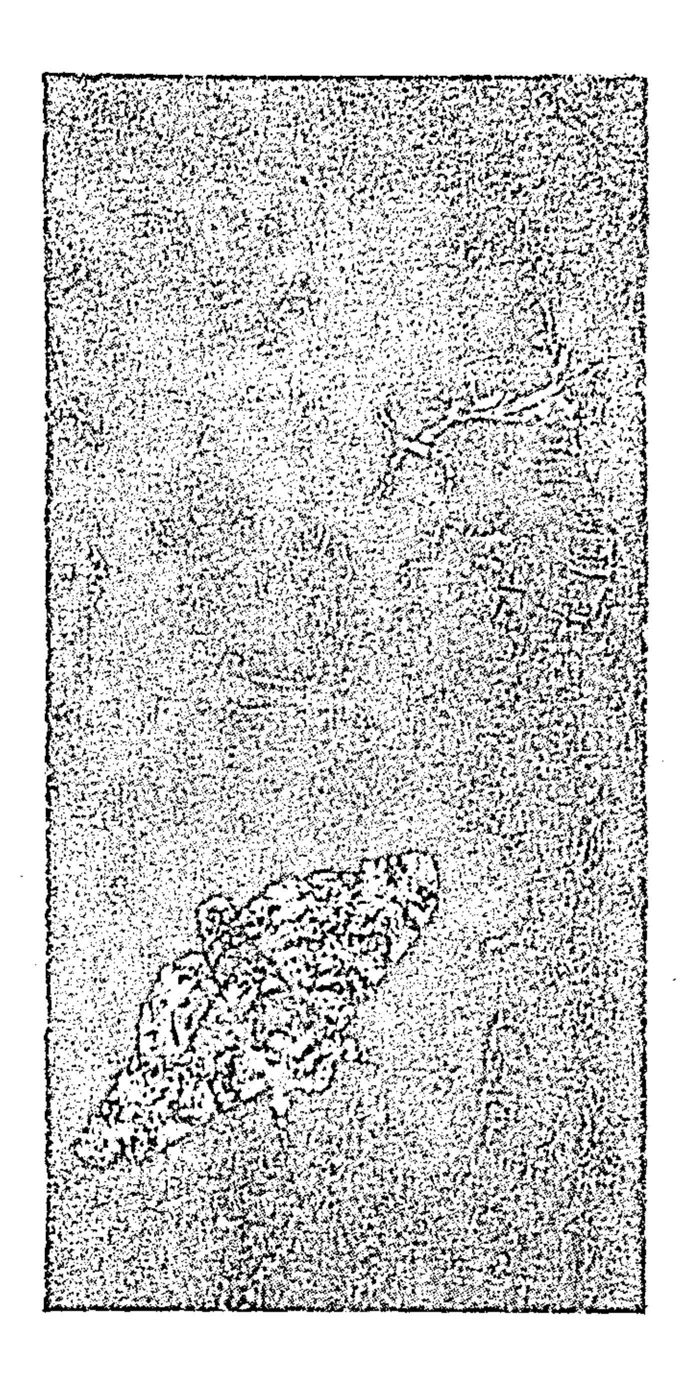
الى اللون الداكن . بل الأسود تماما · وحدث مثل هذا التغير فى لون العثة فى بلاد اخرى . مثل فرنسا والمانيا وبولنده وتشيكوسلوفاكيا وكندا والولايات المتحدة الأمريكية الا ان هذا التغير لم يشاهد حتى الآن فى البلاد المدارية · كما يجب ان نلاحظ هذا الى ان الاسوداد الصناعى هذا لم يحدث الا لأنواع العثة التى تطير بالليل وتسكن بالنهار فوق جسم اسود مثل جذوع الأشجار ·

هذه هى الوقائع ، تغير رئيسى فى اللون حدث فى مئات من انواع العثة ، فى المناطق الصناعية فى اجزاء متفرقة من العالم · فكيف حدث هذا التغير ؟ ما هى قوانين الطبيعة وراء هذا التغير ؟ هل لها علاقة باحدى الوسائل الآلية العادية التى تتغير بها النوع ويتطور الى نوع آخر ؟ ·

فى عام ١٩٢٦ اعلن عالم الأحياء البريطانى هزلوب هاريسون ان الاسوداد الصناعى للعثة سببه وجود مادة معينة فى الهواء الملوث ، اطلق عليها اسم ميلانوجين melanogen وذكر انها مكونة من سلفات المنجنيز او نترات الرصاص · وذكر ايضا انه عندما يغذى أوراق الأشجار بهذه الأملاح ، فان نسبة من يرقات انواع معينة من العثة البيضاء تتحول الى اللون الأسود · واخيرا ذكر ان هذا اللون المكتسب يورث طبقا لقوانين مندل ·

وربما قبل داروين ، الذى كان فى حياته دائم البحث عن الأدلة المفقودة ، هذا التفسير اللاماركى الذى تقدم به هاريسون ، الا ان علماء الاحياء فى عام ١٩٢٦ كان يخامرهم الشك فى هذا · ورغم ان معدل الطفرات فى الوراثة يمكن تنشيطه فى المعمل بوسائل عديدة ، الا ان معدل الطفرة الذى وجده هاريسون لم يزد على ٨٪ · وان من اكثر الطفرات انتشارا فى الطبيعة ، الطفرة التى تسبب الهيموفيليا (عدم الداكنة من العثة التى تسكن المناطق الصناعية فى انجلترا · ونحن ندرس كلا من اذن ان يكون ارتفاع معدل الطفرة قد لعب دورا فى ظاهرة الاسوداد الصناعى ·

وكنا نحاول ان نحلل ظاهرة الاسوداد الصناعى industrial melanism فى جامعة اكسفورد خلال السنوات السبع الماضية · وقد استخدمت عدة مناهج وطرق للدراسة · ونحن الآن بسبيلنا الى اجراء مسح لنسبة انتشار الأنواع الفاتحة والأنواع الداكنة من العثة التى تسكن المناطق الصناعية فى انجلترا · ونحن ندرس كل من النوعين لنرى ان كان هناك فرق فى سلوك كل منهما · وقد اطعمنا عددا كبيرا من اليرقات من كلا النوعين على أوراق محقونة بمادة من الهواء الملوث · وفحصنا ـ تحت عدة ظروف مختلفة ـ طرق تزاوج هذه الأنواع ، ومعدل الوفيات بينها · واخيرا فقد جمعنا معلومات كثيرة عن اسوداد العثة فى انحاء كثيرة من العالم ، بعيدة عن المراكز



العثة الداكنة ... والفاتحة مصـــورتان على جذع شجرة بلوط سوداء من التلوث الجوى فى مدينة برمنجهام الصناعية العثة الفـــاتحة اللون Biston bitularia واضحة فى الصورة . والعثة الداكنة carbonaria مختفية وممرهة

الصناعية ، وكان هدفنا أن نربط الاسوداد الصناعى ، بعملية الاسوداد التى حدثت فى الماضى ٠

وكانت تجاربنا تجرى أساسا على نوع من العثة المرقطة Biston betularia ونوعها الأسود carbonaria ٠ وهذا النوع منتشر فى كل أوروبا ، وله ما يشبهه تماما فى أمريكا الشمالية واسمه Amphidasis cognataria ٠ وله دورة حياة تستمر سنة واحدة ٠ وتظهر العثة من مايو الى اغسطس ٠ وتطير العثة فى الليل وتقضى النهار ساكنة فوق جذع شجرة أو فى ظل شجرة تنفض أوراقها مثل البلوط ، وتتغذى يرقاتها على أوراق هذا الشجر من يونيه الى اكتوبر ، وتقضى الخادرة (الحشرة بين اليرقة والدودة – مج) الشتاء فى التربة ٠

وقد سجلت العثة السوداء التى ظهرت العثة المرقطة لدى ظهورها أول مرة عام ١٨٤٨ فى مانشستر بانجلترا ٠ ويظهر النوعان الفاتح والداكن فى الصورة المقابلة ، التى اخذت ليلا ٠ ومن المهم ملاحظة خلفية الصورة ٠ ففى الصورة التالية جذع الشجرة مغطى بالطحلب ، من ذلك النوع الذى ينمو فى المناطق الريفية غير الملوثة ٠ ولا تكاد تظهر العثة البيضاء وسط هذه الخلفية ٠ اما خلفية الصورة المقابلة فاشجارها داكنة ، فهى شجرة بلوط فى منطقة برمنجهام شديدة التلوث ٠ وهنا لا تكاد تظهر العثة الداكنة ، بينما العثة البيضاء واضحة تماما ٠ وقد وجد ان ٩٠٪ من العثة البرية البالغ عددها ٦٢١ جمعت من غابات برمنجهام عام ١٩٥٣ ، كانت من الأنواع الداكنة ، و ١٠٪ فقط من الأنواع الفاتحة ٠ وتسود هذه البيئة فى كل المناطق الصناعية البريطانية فى الوقت الحاضر ، بل وخارجها ٠

وقد قررنا أن ندرس نسبة البقاء فى كل من النوعين وفى كل من الغابتين المتناقضتين ٠ وفعلنا ذلك بأن اطلقنا عددا معروفا من العثة فى كل من الغابتين ٠ وقد وضعنا علامة من السيليولوز الملون تحت جناح كل حشرة ، واستخدما لونا خاصا لكل نوع منها ٠ حتى اذا اصطدنا عددا كبيرا من العثة امكننا التعرف على العثة التى اطلقت وحسبنا عدد من بقى منها وعدد ما التهمته اعداؤها ، والفترة التى نجت فيها من اعدائها ٠

واطلقنا فى غابة لم تلوث ٩٨٤ حشرة ، ٤٨٨ سوداء و ٤٩٦ فاتحة اللون ٠ ثم اقتنصنا ٣٤ سوداء و ٦٢ فاتحة ، وهذا يبين أن العثة الفاتحة اللون لها السيادة فى هذه الغابة ولها ميزة على السوداء ٠ ثم كررنا التجربة فى غابة برمنجهام الملوثة ، واطلقنا فيها ٦٣٣ حشرة منها ٤٩٩ سوداء و ١٣٧ فاتحة فكانت النتيجة عكس

النتيجة السابقة تماما . فقد اقتنصنا عددا من الحشرات السوداء يبلغ ضعف عدد الحشرات الفاتحة اللون ٠

ولأول مرة استطعنا ان نلاحظ طيورا وهى تلتقط العثة من فوق جذوع الشجر ٠ ورغم أن فى بريطانيا عدد من علماء الطيور وهواة ملاحظة الطيور أكثر مما هو موجود فى أى بلد أخر فى العالم ، الا انه لم تسجل بعد صورة طائر وهو يلتقط حشرة من حشرات العثة ٠ بل ان كثيرا من علماء الطيور أبدى شكه فى أن الطيــــور تلتقط العثـــــة ٠

وقد اكتشفنا السبب فى هذا ، فان الطير تلتقط الحشرة وتطير بهـــا بسرعة مذهلة ، لا تمكن الملاحظ أن يسجل صورتها ، الا اذا ركز اهتمامه على الحشرة ذاتها باستمرار ٠ وهذا ما فعلناه فى احدى مراحل بحثنا ٠ وعندما نشرت نتائج بحثنا ، تساءل محرر احدى المجلات بتسرع ما اذا كانت الطيور تلتهم العثة اطلاقا ٠ ولم يكن امامنا سوى أن نعيد التجربة مرة اخرى . وهذا ما فعله نيكو تيجرجن فى جامعة اكسفورد عام ١٩٥٥ ٠ اذ انه قام بأخذ فيلم لهذه العملية ٠ واظهر الفيلم الطيور وهى تقتنص العثة وتلتهمها ، ليس هذا فحسب ، بل أظهر انها تفعل ذلك عن عمد وتنتقى العثة انتقاءا ٠

وتؤدى هذه التجارب الى النتائج الآتية . اولا : عندما تتغير بيئة العثة من نوع بيستون ببيولاريا ، لدرجة أن العثة لا تستطيع أن تخفى نفسها فان أعــداءها تلتهمها بلا شفقة حتى تظهر طفرة جديدة تغير لونها فتحميها من عدوان أعدائهـــا ٠ ثانيا : انه لدينا دليل محسوس على أنه ما ان تظهر طفرة مفيدة حتى يعمل الانتخاب الطبيعى على الابقاء عليها ونشرها بسرعة ٠ ثالثا ان مجرد احلال نوع من العثـــة محل أخر فى فترة زمنية قصيرة دليل على أن العملية التطورية مرنة ٠

وتظهر الخريطة المرافقة لهذا حالة العثة المرقطة ٠ وقد رسمت هذه الخريطـة من اكثر من ٢٠ر٠٠٠ عملية ملاحظة قام بها ١٧٠ متطوعا يعيشون فى انحاء مختلفة من بريطانيا ٠ وتبين الخريطة ما يلى : هناك ارتباط كبير بين توزيع المراكز الصناعية ونسبة اسوداد العثة ٠ ثانيا : أن العثة المكونة اساسا من افراد لونها فاتح تقتصر وجودها اليوم فى غربى انجلترا وشمال اسكتلنده ٠ ثالثا انه رغم ان مناطق شرقى انجلترا بعيدة عن المراكز الصناعية فهناك نسبة كبيرة تثير الدهشة من العثة الفاتحة اللون فيها ٠ وهذا فى رأيى راجع الى طول تعرض شرقى انجلترا أيضا الى الدخان الذى تحمله الرياح السائدة التى تهب من الغرب الى الشرق ٠

ولكى تنتشر العثة السوداء لا بد وان تظهر طفرة سوداء من العثة البيضاء · ويبدو أن نسبة تكرار هذه الطفرة تختلف باختلاف النوع · ويبدو أن نسبة طفرة العثة الرقطة الى العثة السوداء كبيرة الى حد ما · بينما هذه الطفرة بالنسبة للأنواع الأخرى من العثة منخفضــة · ومثـــلا اختفت الأنواع البيضاء من العثـــة Procus Literosa من شفيلد منذ عدة سنوات ، ولكنها عادت الى الظهور فى لونها الأسود مرة اخرى · ويبدو ان طفرة ظهرت متاخرة اعادت العثة الى منطقــة كانت قد اختفت منها منذ زمن · ومثال اخر تقدم العثة من نوع Tethca ocalaris فقبل ١٩٤٧ لم يكن النوع الأسود منها معروفا فى انجلتره · ثم جمعت عينات سوداء



نسب الأنواع الفلفلية للعثة فى اماكن مختلفة من الجزر البريطانية · فى كل دائرة يمثل الجزء غير المظلل نسبة النــوع الفـــاتح ، Biston bitularia والجزء المظلل يمثل النوع الداكن carbonaria · اما الجزء الأسود فيمثل نوعا ثالثا اسود هـ insularia · الدوائر الصغيرة تمثل مواقع اهم المـــراكز الصناعية ·

منها فى هذا العام من عدة مناطق فى انجلترة لأول مرة · وتكون الأنواع السوداء منها الآن نحو ٥٠٪ من انواع العثة فى بعض المناطق · ولا شك ان ظهور الأنواع السوداء فى انجلتره لم يأت عن طريق الطفرة بل الهجرة · فهى كانت معروفة منذ زمن طويل فى شمال أوروبا ، حيث ظهرت الطفرة الأولى منها ·

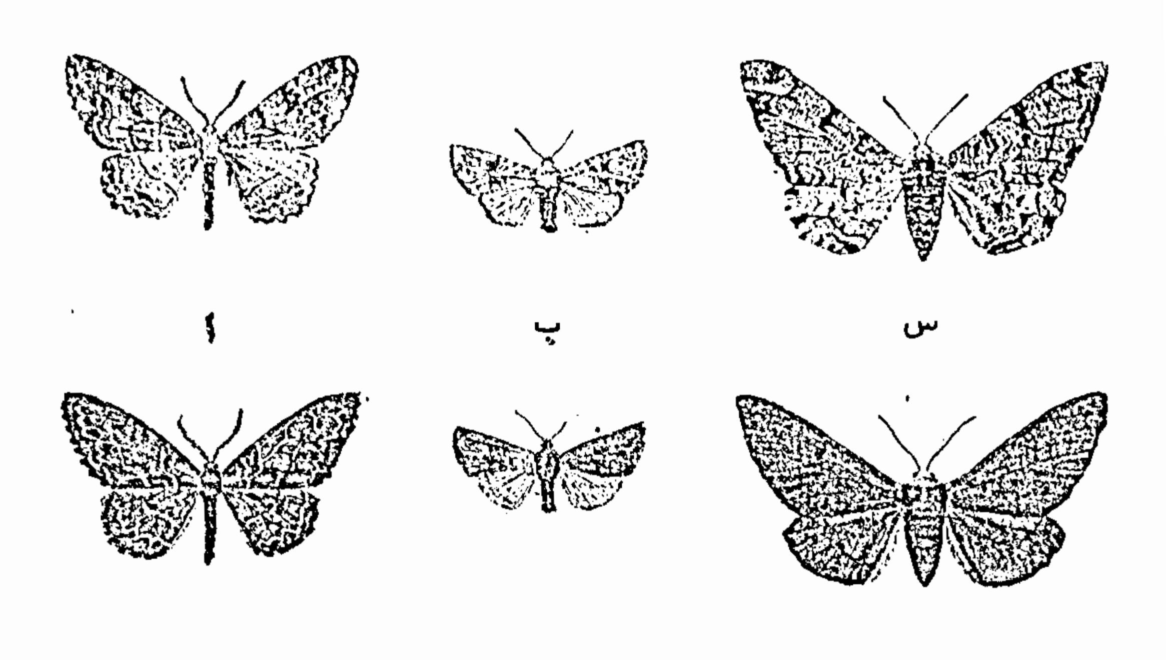
ويتحكم مورث واحد فى الطفرة المسئولة عن الاسوداد الصـــناعى فى معظم الحالات فالعثة ـ مثل اى كائن حى يتكاثر بالتلقيح الجنسى ، لها مورثان لكل صـفة وراثية ، مورث من كل من الجنسين · والمورث الطافر لعثة سوداء ســائد بالمعنى المندلى ، بمعنى انه يحمل صفة سائدة هى التى تظهر ان جاءت من أحد الأبوين ، بينما تتنحى الصفة الأخرى · ومن ثم تصبح العثة التى ترث صفة السواد من احد الأبوين سوداء ·

والمورث الأسود له تاثير اقوى من مجرد التحكم فى لون العثة · فنفس المورث، او مورث اخر مرتبط به ، يتحكم فى صفات فزيولوجية وسلوكية أخرى منذ وجد ان دودة العثة السوداء اكثر احتمالا من دودة العثة البيضاء · وتظهر الاختـــلافات الوراثية أيضا فى السلوك الجنسى · ففى الليالى الباردة تجتذب الاناث من العثـــة البيضاء ذكورا بيضاء ايضا ، وفى الليالى الدافئة تجتذب الاناث السوداء حشرات بيضاء اكثر ·

واتضح ايضا انه فى مجموعة من العثة المرقطة التى تسكن منطقة صناعية ، تصل ديدان العثة البيضاء الى اكتمال نموها قبل ديدان العثة السوداء ، وربمـــا كان السبب فى ذلك هو ان التساقط المختلط بالدخان والذى يهبط على أوراق الأشجار يكثر فى الخريف · وقد تكون ديدان العثة السوداء اقوى فى وجود هذا التلوث . من ديدان العثة البيضاء · ومن ثم فان الانتخاب الطبيعى سيفضل الديدان البيضاء التى تنضج بسرعة على الديدان البيضاء التى تنضج متاخرة · أما عن الديدان الأقوى السوداء ، من الناحية الأخرى فان مزايا التغذية المتاخرة والنضج المتاخر ربمـــا فاقت مزايا التغذية على ورق ملوث · ومن ثم فان الانتخاب الطبيعى يفضل اليرقات التى تنضج متاخرة ·

وهذا فارق اخر بين العثة بتولاريا (البيضاء) والعثة كاربوناريا (السوداء) يظهر من تجربتنا التى اظهرت ما ان كانت العثة تختار الوسط المضبوط الذى تستريح فيه بالنهار · فقد قدمنا جذوع اشجار فى مساحات متساوية للعثة من اللونين بعضها فاتح اللون وبعضها داكنة ولاحظنا ان نسبة كبيرة من العثة تستريح فوق الجذوع التى تناسبها ويجب أن تكرر هذه التجربة فوق مساحة كبيرة حتى تستطيع أن تقبل نتائجها · فاذا ثبتت النتائج فانها يمكن تفسر « الانجذاب للأضواء » · وهذه الفكرة

تقول أن جزء من عين العثة يحس بلون الوسط ، والجزء الآخر يحس بلون نفســه ، فان كانا من نفس اللون بقيت العثة فوق هذا الوسط (جذع الشجرة) أما اذا اختلفا فان العثة تغادره · وتظل العثة قلقة اذا احست بتضاد الألوان ·



خمسة أنواع من العثة ـ تشمل اللونين الفاتح والداكن ، تظهر هنا فى حجمها الطبيعى فى كل حالة ، النوع الفاتح فى الصف العلوى والنوع الداكن فى الصف السفلى · والأنواع هى (جـ) Biston bitularia Proctus literose و (أ) Cleora repandata و (هـ) (د)

وكلها أنواع أوروبية فيما عدا الأخيرة فهى امريكية ، ويمكن أن تقارن ببســــتون ببتولاريا ·

واضح اذن أن ظاهرة الاسوداد الصناعى شىء أبعد من مجرد تغير اللون من اللون الفاتح الى اللون الداكن · فلابد وان يحدث مثل هذا التغير اضطرابا فى توازن الصفات الوراثية للكائن · وأن يقتضى الأمر وقتا طويلا فى استعادة هذا التوازن · ولكى نفهم هذا فلنأخذ فى الاعتبار كل العوامل المواتية والعوامل السلبية التى تدخل فى هذه العملية · لنفحص انتشار طفرة متشابهة للطفرة السوداء الموجودة فى العثة المرقطة ، ولذلك يجب أن ترجع الى الشكل البيانى المرافق ·

فطبقا لمعدل ظهور الطفرات ، وحجم المجموعة ، فان الطفرة الجديدة قد لا تظهر قبل مضى خمسين عاما • وهذا يمثله الخط أ ب فى الرسم البيانى • ولنفترض الآتى: ان الطفرة الأصلية الناجحة قد حدثت عام ١٩٠٠ ، وأن طفرات أخرى تالية فشلت أو لم تكن ناجحة ، وأن المجموعة كلها كان عددها مليون فرد ، وان الطافرات منهـا كانت تفضل غيرها بنسبة ٣٠٪ (بهذا نعنى انه اذا كان هناك جيل فيه ١٠٠ عثة بيضاء و١٠٠ عثة سوداء ، فالجيل التالى سيكون فيه ٨٥ عثة بيضاء فقط و١١٥ عثـــة سوداء) •

وعلى هذا الأساس فستكون هناك عثة سوداء واحدة فى كل ١٠٠٠ عام ١٩٢٩ (الخط ب جـ) ولا تصل الى ١ فى كل ١٠٠ الا عام ١٩٢٨ (ب د) • وما أن تصل العثة السوداء الى هذ النسبة حتى تتزايد زيادة سريعة •

ويتعقد الانتخاب الطبيعى عام ١٩٢٨ بعوامل أخرى • فرغم أن اللون الأسود قد أعطى العثة ميزة فوق العثة البيضاء ، فان الصفة الجديدة قد اتصلت فى نسيج صفات أخرى متسقة مع الصفة البيضاء • أى أن اللون الأسود سيجد نفسه فى بادىء الأمر غير منسجم مع غيره من الصفات الأخرى ، وفى حالة عدم استقرار فزيولوجى• وكانت العثة السوداء عندما تتلاقح مع العثة البيضــــاء منذ خمسين عاما ، كانت النتيجة فى غير صالح العثة السوداء • أما اذا حدث التلاقح فى الوقت الحاضر ، فان النتيجة دائما فى غير صالح العثة البيضاء فقد تكيف نظام الوراثة مع الصـــفة الجديدة •

وهناك دليل على حدوث تغيرات أخرى خلال الفترة ب جـ • فعينات العثـــة المرقطة قديما تبين أن العثة السوداء لم تكن فى سواد العثة فى الوقت الحاضر • اذ أن العثة كانت تحتفظ ببعض البقع البيضاء • أما الآن فكثير من العثة فى أماكن مثل مانشستر حالكة السواد • وواضح أن العثة السوداء من قبل كانت ترث مورثا واحدا يحمل اللون الأسود ، ولم يكن المورث سائدا بعد بالنسبة للمورث الذى يحمل اللون الأبيض • ولكن عندما تكيف المركب الوراثى للطفرة الجديدة ، فان المورث الجديد أصبح سائدا تماما ، أو يكاد •

وعندما يشمل المورث الأسود ١٠٪ من المجموعة ، فانه قد يقفز الى ٩٠٪ فى وقت قصير ، لا يتعدى ١٥ أو ٢٠ عاما • وهذا يمثله الفترة د هـ على الرسم البيانى • وبعد ذلك يزداد نسبة المورث ذى اللون الأسود بسرعة متناقصة •

والحقيقـــــة أن واحدا من اثنين يجب أن يحدث ، أما أن يزال اللون الأبيض

تماما ، أو أن يحدث توازن ، يبقى به بعض اثارة من اللون الأبيض ، تظهر على شكل نسبة محدودة فى المجموعة · وهذا يرجع الى ان العثة التى ترث مورثا للون الأسود وآخر للون الأبيض (ذات الزيجات المختلطة) ، لها ميزة تمتاز بها على العثة ذات المورثين للون الأسود (ذات الزيجات المتجانسة) · وعندما تتزاوج فردان من أصحاب الزيجات المختلطة ، سيكون فى ربعها مورثات للون الأبيض اى ستكون بيضاء (ومعها مورث اللون الأبيض) وبهذا تنمحى تماما العثة البيضاء ولكن بعد فترة طويلة جدا ·

ويمثل هذا الخط هـ ف ، عندما تنمحى تماما الصفة القديمة ، وهذه قد تصل مدتها الى ١٠٠٠ سنة · وتدل القرائن على ان زوال اللون الأبيض تماما لن يتم ، وان توازنا ما بين اللونين سيحدث وفى هذا التوازن يمثل اللون الأبيض ٥٪ من المجموعة·

هذه الميكانيكية تصف بلا شك صفة الاسوداد الصناعى ، طفرة عادية ، اعقبها اختيار طبيعى ، أدى الى ظهور حشرة ذات لون وفزيولوجيا وسلوك مختلف فالاسوداد الصناعى لا يتضمن قانونا جديدا من قوانين الطبيعة ، انما تحكى نفس القوانين التى أظهرت تطور الأنواع من قبل ·

وتبقى بعد ذلك مشكلة لم تحل · لماذا ، فى جميع حالات الاسوداد تقريبا يكون اللون الأسود هو الصفة السائدة ؟ ويوافق كثير من علماء الوراثة على أن السيادة فى الصفات يحكمها الانتخاب الطبيعى ، أى انه مرتبط بطريقة ما بنجاح الصفة الطافرة فى الماضى البعيد · وعلى هذا الأساس صرفت النظر عن صفة الاسوداد الصناعى وبدأت فى جمع عينات من العثة من اقليم مختلف ، من اجزاء غابة كاليدونيا المتبقية، غابة راموش السوداء فى وسط اسكتلنده ، بعيدا عن المراكز الصناعية ، وهذه الغابة تشبه شبها كبيرا الغابات التى كانت تغطى بريطانيا منذ ٤٠٠٠ عام · فهذه اشجار صنوبر ضخمة يغطى أجزاء منها طحالب · وهنا وجدت ما لا يقل عن سبعة انواع من العثة السوداء ·

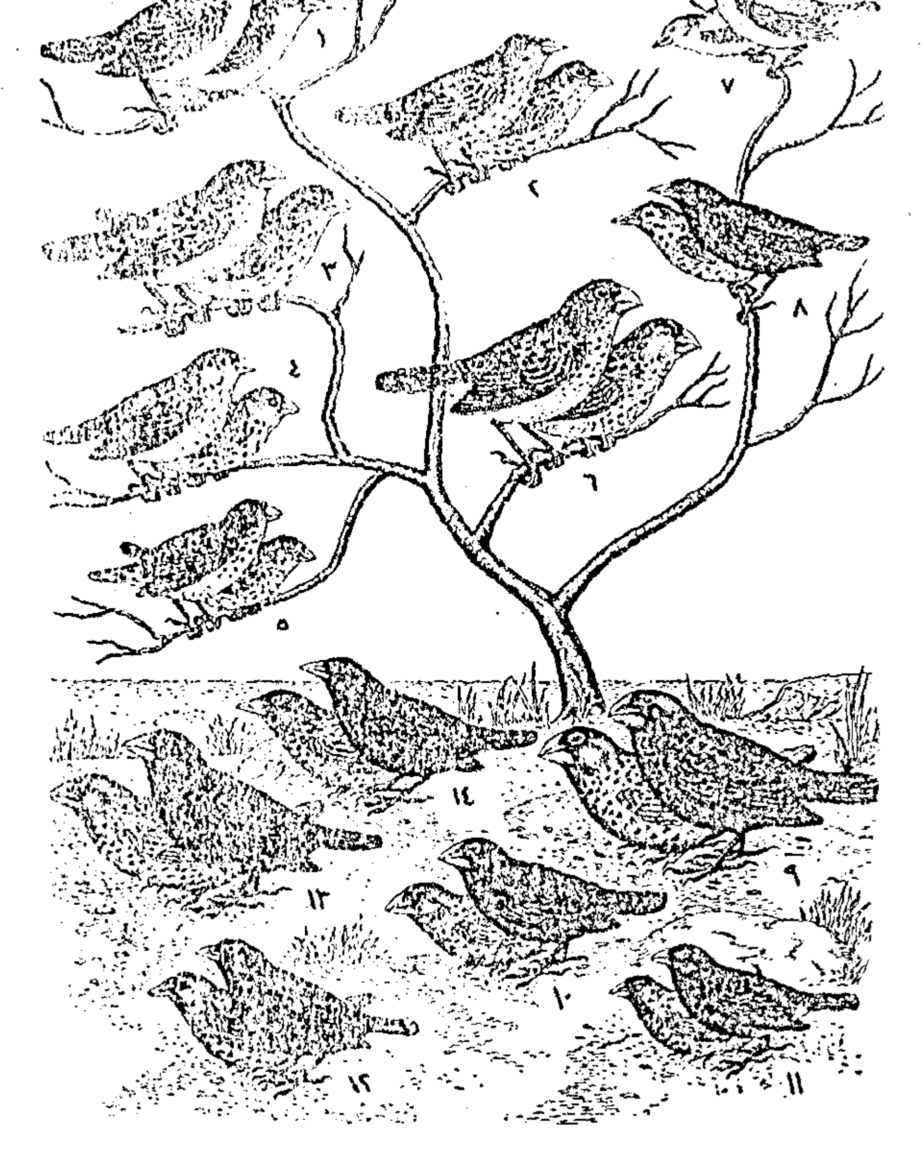
وقررت أن أركز على نوع كليورا ريباندداتا Cleora repandata والنوع الأسود منها شبيه بالنوع الأسود الذى يسود وسط انجلترة · وهذا اللون الأسود ، مثل الاسوداد الصناعى ، صفة سائدة يورث حسب قوانين مندل · وقد وجد انه من ٥٠٠ عينة وضعت تحت الفحص ، كان ١٠٪ منها سوداء ·

وهذه العثة C. repandata تقضى نهارها فوق شجرة الصنوبر ولا تكاد ترى عندما يسقط عليها الضوء · أما العثة السوداء فيمكن رؤيتها بسهولة الى حد ما · وعندما لا حظنا البقعة التى حطت فوقها الحشرة عند الفجر ، ثم عدنا الى

نفس البقعة فى وضح النهار ، فاننا وجدنا ـ فى بعض الأيام ـ أن ٥٠٪ من العثة قد تحركت • ووجدنا أن سبب ذلك تدخل عوامل أخرى مثل غزو النمل أو ازدياد درجات الحرارة ، وأنها تحركت حوالى ٥٠ ياردة • ووجدت أن الأنواع السوداء منها كانت خافية عن الأنظار من على بعد ٢٠ ياردة وهى طائرة وأن العينات البيضاء منها يمكن تتبعها بسهولة من بعد ١٠٠ ياردة • بل رأيت الطيور تقتنص العثة البيضاء وهى طائرة ولا شك أن العثة السوداء عندها نبرة وهى طائرة تتوق بها العثة البيضاء ، وعندما تكون مستقرة تتفوق ميزة العثة البيضاء على العثة السوداء •

ريما كانت هذه واحدة من الحالات التى كانت تفيد فيها صفة السواد فى الماضى • وربما فسر هذا التوازن بين العثة البيضاء والعثة السوداء فى هذه الغابة ، وربما بقيت العثة السوداء بسبب تطورى ، وانتشرت لسبب آخر •

واسوداد العثة يظهر أيضا فى جهات أخرى من العالم لم تتحول الى الصناعة • وفى بيئات مختلفة تماما • فهى توجد فى الغابات الرطبة التى تغطى جبال الجزيرة الجنوبية من نيوزيلنده • وهذه الغابات مظلمة رطبة • ولوحظت فى المناطق الجليدية وشبه الجليدية ، حيث تضطر الحشرة للطيران فى الصيف فى ضوء النهار ، وهى معروفة فوق الجبال شاهقة الارتفاع ، حيث يسمح اللون الأسود فى امتصاص الحرارة وتساعد على الحركة • وفى كل حالة كانت الطفرة تستجيب للتغيرات المطلوبة ، والانتخاب الطبيعى كما وصفه داروين هو الذى يقرر قدرها • ليس الاسوداد ظاهرة حديثة ، ولكنه ظاهرة قديمة جدا • فهو يمكننا من أن نلاحظ الرصيد الهائل لقدرة المورثات فى كل نوع على التشكل • والتى يمكن اللجوء اليها عندما تدعو الحاجة ولو كان داروين قد شهد الاسوداد الصناعى وهو يحدث ، ليس فى الاف السنين ولكن فى الاف الأيام ـ فى حياة الشخص نفسه ـ لكان قد رأى ثمرة عمله وجهده ونتيجة عمل أوقف عليه حياته •



الانواع الأربعة عشر من العصافير الداروينية ـ مرتبة لكى تبين شجرة بسنها التطورية · لونها بنى غامق الى اسود · وكلها ينتمى الى شبه العائلة جيوبيزينـــا Geopizinae وتنقسم بصفة عامة الى عصـــافير ارضـــية Geopiza قريبة من النوع البدائى وعصافير شجرية Canarhynchus التى تطورت فيما بعد· منها رقم (١) ناقر للخشب · C. pillidus · (٢) يسكن مســتنقعات المانجروف C. heliobates (٣) ـ (٤) ـ (٥) اكلات الحشرات كبيرة ومتوسطة وصغيرة C. psittacula, pamper and pavulus (٦) اكل للعشب C. crassirostris (٧) نوع واحد مفرد certhidea (٨) نوع منعزل من الكوكو Pinasoloxias اما العصافير الأرضية فاغلبها اكل للحبـــوب وهى (٩) ـ (١٠) ـ (١١) كبيرة ومتوسطة وصغيرة الحجم G. magnirostris, fortis, fuliginosa (١٢) كبير المنقار G. difficiles (١٣) ـ (١٤) اكلات الصبار G. Comirostris كلها فى نصف الحجم الطبيعى ·

حسونات (عصافير) داروين

دافيـــد لاك

ابريل ١٩٥٣

هذه العصافير السمراء الصغيرة التى تعيش فى جزر جـــلاياجوس ، أصبحت شهيرة ، فهى حالة حية فى دراسة التطور، منعزلة فى جنوبى المحيط الهادى ، تفرع منها ١٤ نوعا ، تشترك فى سلف واحد ٠٠

راى تشارلز داروين فى جزر جلاباجوس بجنوبى المحيط الهـــادى عام ١٨٣٥ مجموعة من الطيور السمراء الصغيرة ، تشبه الحسون ٠ قدر لها ان تغير مســـار التاريخ البشرى ، لأنها قدمت حافزا قويا لتصوراته عن أصل الأنواع ــ وهذه تصورات انتهت به الى نظرية التطور بالانتخاب الطبيعى ٠ وقد لعبت حيوانات الجزر النائيـة دورا كبيرا لا تتفق مع صغر عددها لدراسة التطور ٠ فالحياة فى مثل هذه الجـزر تقترب من ظروف التجارب ٠ نستطيع أن نرى من خلالها نتائج عملية تطورية حدثت

منذ الاف السنين دون أى تدخل من الخارج وتعتبر حسـسـونات جزر جلاباجوس حاله دراسية جديرة بالاعجاب ·

وتقع هذه الجزر البركانية على خط الاستواء فى المحيط الهـادى ، على بعد ٨٠٠ ميلا غربى امريكا الجنوبية و ٣٠٠٠ ميلا شرقى جزر بولينيزيا · ومن المتفق عليه الآن ان هذه الجزر ظهرت من قاع البحر نتيجة انفجار بركانى حدث منذ نحـو مليون سنة · ولم تتصل باليابس قط · ولا بد وان اى حيوان يسكنها الآن قد جاءها عبر البحر · وقليل من انواع الأحياء استقر فيها الآن · منها نوعان من الثدييـات وخمسة من الزواحف وست عصافير مفردة وخمسة من الطيور البرية ·

بعض هذه الحيوانات لا تختلف عن مثيلاتها القارية ، وبعضها يختلف عنهـا اختلافا يسيرا · وبعضها مثل السلاحف العملاقة والطيور تختلف تماما عن مثيلاتها القارية · وقد وصلت هذه الأخيرة الى جلاباجوس منذ وقت طويل جدا ، ويضاف الى هذا ان هناك تنوعات فى الأحياء المحلية من جزيرة الى اخرى · مما يدل على ان هذه الأحياء تفرعت الى اشكال مختلفة بعد ان وصلت الجزر · وتذهب عصـافير الحسون ابعد من هذا ، فهى لا تختلف فقط من جزيرة الى اخرى ، بل انها تفـرعت حتى وصلت الى عشرة انواع مختلفة فوق جزيرة واحدة ·

والطيور نفسها اقل اثارة من قصتها ، فلونها كئيب وصوتها غير رخيم، وعاداتها فيما عدا استثناء واحد متشابهة · ولونها قد يتفق مع محيطها الرتيب · وقد كتب داروين مرة « ان الاقليم لأقرب شبها الى تصورنا لجهنم » · ومن الملاحظ ان هذه المذكرات لم تذكر عصافير الحسون مطلقا ، ولم يات ذكرها الا لماما فى الطبعة الأولى لرحلة بيجل · وقد ذكر علماء تصنيف الطيور وفنانوها من الانجليز عن هذه الطيور عندما شاهدوا بعض عيناتها التى حملها معه داروين انها طيور جديدة تماما · وكذلك ذكر جون جولد فنان الطيور المعروف · ولكن ما ان ظهرت الطبعة الثانية حتى كـان اثارة موضوع هذه الطيور قد اثمرت ، فقال داروين « ان المرء ليتصور تنوع طيـور الحسون من أصل واحد وفد الى الأرجنتين ، وان كل نوع جديد منهـا كان يتكيف لغرض معين » · وهكذا بعد اعادة النظر واعمال الفكر فى كتاب رحـلات ، وصل الانسان الى أول فكرة طرات فى عقله من عسى ان يكون قد انحدر من صلب قرد ·

هناك ١٣ نوعا من عصافير الحسون الداروينية فى جلاباجوس · يضاف اليها واحد فى جزيرة كوكوس فى الشمال الغربى · وهى توضع عادة فى فصيلة من الطيور اسـمها Geopizinae ، وهذه الفصيلة مكتفية بذاتها ، وليس لهـا علاقة بفصيلة اخرى · فكيف تطورت هذه الفصيلة ؟ انى مقتنع من مشاهداتى فى الجزر عام

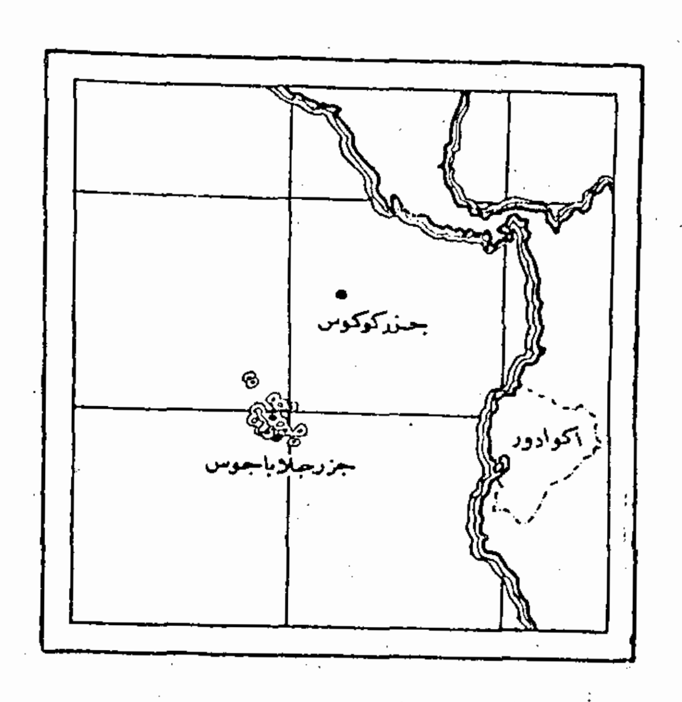
١٩٣٨ ـ ١٩٣٩ ومن دراسة العينات المحفوظة فى المتحف انها تطورت مثلما تطورت غيرها من الفصائل • ومن ثم فقصة تطورها البسيطة ستلقى الضوء على كيفية تطور غيرها من الطيور ، والحيوانات بصفة عامة • وعصافير داروين هذه تشـــكل عالما خاصا بها . ولكنه عالم لا نعرفه الا ونحن صغار ، أو على رأى داروين « انه يقربنـا لهذه الحقيقة الكبرى ـ سر الأسرار ـ أول ظهور للأشياء الجديدة على الأرض » •

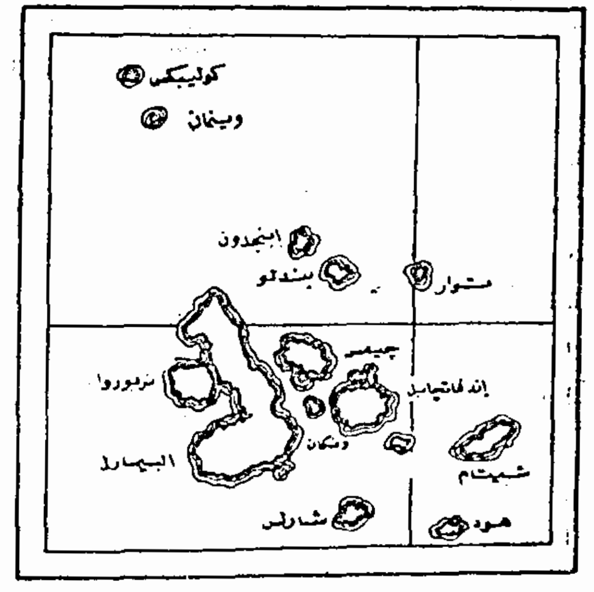
وتقع الأنواع الأربعة عشر لهذه العصافير فى أربعة أجناس • فهنـــاك أولا العصافير الأرضية ، وتضم ستة أنواع ، وكلها تقريبا تتغذى على بذور تلتقطها من الأرض وتعيش على السهل الساحلى ثانيا . عصافير الأشجار ، وتضم أيضا ستة أنواع ، وكلها تقريبا تتغذى على ديدان تعيش فى أشجار المنطقة الرطبة • ثالثـا هناك نوع واحد منها يتغذى على ديدان الأحراج فى المناطق الرطبة والجافة • وأخيرا هناك نوع يعيش فى جزر كوكوس المنعزلة ويعيش على حشرات الغابة المدارية •

ومن بين العصافير التى تعيش على الأرض ، أربعة تعيش فى معظم الجزر : ثلاثة منها تأكل البذور ، وتختلف بعضها عن بعض فى حجم المناقير ، التى تكيفت حسب حجم الحبوب ، أما النوع الرابع فيتغذى أساسا على ثمار خشنة ولها منقار أطول ومدبب • أما النوعان الأرضيان الآخران ، فأحدهما كبير الحجم والآخر صغير الحجم ، وتعيش فى الجزر المتطرفة ، وتكمل غذاءها من البذور بما تجده من نبات الصبار ، ومن ثم تكيفت مناقيرها لهذا الغرض •

أما عن العصافير الشجرية ، فواحد منها نباتى ، له منقار مثل منقار الببغـاء ويبدو أنه يتكيف مع غذائه من البراعم والفـــواكه ، والثلاثة الباقية متشابهة شبها كبيرا ويختلف بعضها عن بعض فى حجم الجسم والمنقار التى تتلاءم مع حجم الديدان التى تلتقطها ، ونوع خامس يأكل الديدان التى تعيش فى المستنقعات • وأما النوع السادس فهو من أعجب الطيور فى العالم • فهو بعكس ساكنى الأشجار لم يكتسب لسانا طويلا يستطيع أن يصطاد الديدان . كما انه لم ينقب عنها فى لحاء الشجر ، بمنقار يشبه الأزميل • ولكنه حل المشكلة بشكل آخر • فهو يحمل احدى شـــوكات الصبار أو احدى براعمه ، ويغرسها فى شق الشجرة ، ويلتقط بهـا ما يعلقها من ديدان • هذه من الحالات القليلة التى يســـتخدم بها طائر أو حيوان غير الانســـان والقرد آلة •

والعصفور الشبيه بالهازج فى جلاباجوس غريب الشكل مثل العصفور الناقر للحاء الشجر • فهو لا يغرد ولكنه قريب الشبه بالطائر الهازج • منقاره رفيع ومدبب مثل منقار الهازج . وطباعه فى الأكل وطباعه الأخرى شبيهة بطباع الهازج (المغرد)

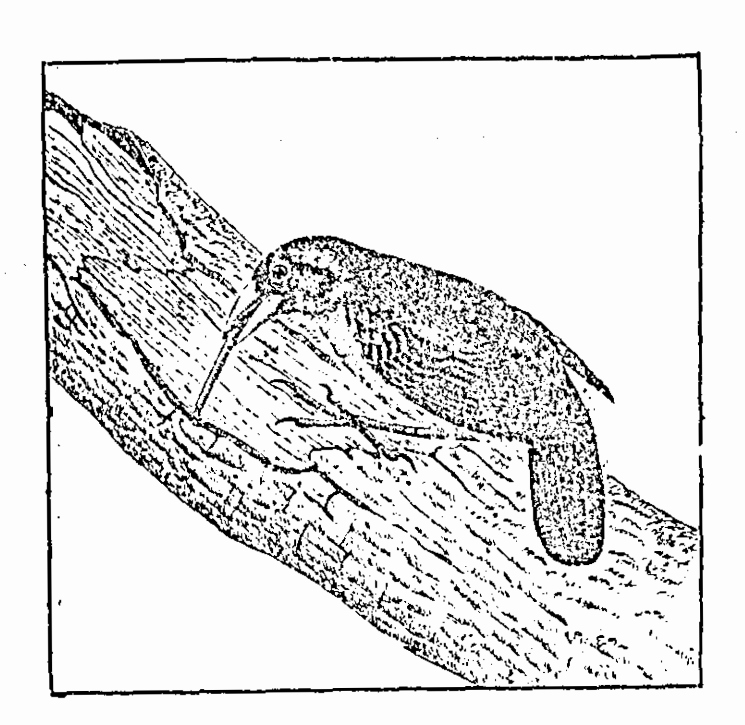




جزر جلاباجوس

جزر جلاباجوس ــ تبعد ٦٠٠ ميلا غربى اكوادور · والخريطة السفلى لا تبين .حزر كوكو · وقد تطور فيها نوع واحد من العصافير · يفترض انه جاء اصلا من البر الأمريكى ·

ايضا · كما أنه يشبهه فى أنه يفرد جناحيه عندما يتناول الطعام · وكان يوضع فى زمرة الهازج ما يقرب من قرن كامل · ولكن تشريحه الداخلى ، وبيضه وشكل عشـه وغير ذلك من صفاته تجعله أقرب الى عصافير الحسون ·



العصفور ناقر الخشب

العصفور ناقر الخشب ـ من أشهر عصافير داروين · طور منقاره ولم يطـور لسانه لذلك فهو يستخدم شوكة صبار أو غصن جاف لكى يخرج الحشرة من شـقوق لحاء الشجرة ·

وان التشابه الكبير بين أنواع العصـافير هذه ، فى الريش ،والصـيحات والأعشاش والبيض ، يدل على أنها لم يمر بها الوقت الكافى بعد ليبعد بين بعضـها والبعض الآخر · ومن المحتمل أن كل أنواع عصـافير جلاباجوس · قد تفرعت من أصل واحد · والشيء غير العادى فيما بينها ، هو وجود أنواع متميزة فيما بينهـا فى نفس الجزيرة وربما وجدنا فيها مؤشرا لكيفية اسـتقرار كل نوع فى صنفاته الخاصة فى بيئته ·

والآن فلندرس كيف تتفرع اشكال جديدة من الاحياء من اصل مشترك · عندما يتحرك عضو من النوع الأساسى الى بيئة جديدة ، فانه يميل الى أن يتطور ويكتسب صفات تناسب الظروف المحلية الجديدة · وهذا التنوع الجغرافى للحيوانات امر مالوف ففى جزر جلاباجوس تختلف الطيور الأرضية من جزيرة الى أخرى ، مع وجود شكل واحد فى كل جزيرة · وهذه الأشكال ليست أنواعا متميزة ولكنها أشـــباه أنواع أو سلالات جغرافية · غير أن الفروق بينها فروق وراثية وليست عارضة · فتوجد مثلا ثلاثة أنواع من التى تعيش على الأرض منتشرة فى أنحاء الجزر كلها ، وهى كبيرة ومتوسطة وصغيرة الحجم · ولا توجد العصـــافير الكبيرة فى جزيرتين جنوبيتين حيث تمتاز العصافير المتوسطة الحجم بمناقير كبيرة ، وربما كان فى حالة جيدة كما تعيش الأجيال التى انجبتها · ومن ثم يعمل الانتخـــاب الطبيعى على تعميق الفجوة بين كل مجموعة والأخرى ، وتستمر فى تطورها المستقل ·

وتقدم عصافير داروين هذه الدليل على أثر العزلة الجغرافية على تفرع الأنواع· ولناخذ ثلاثة اشكال مختلفة من العصافير آكلة الديدان والتى تعيش على الأشجار · ففى أقصى جنوب جلاباجوس هناك شكل من العصافير له مناقير سود · وفى جزيرة أخرى فى الشمال الغربى هناك شكل اكبر منه بقليل · وفى الجزر الوسطى شكل اكبر كذلك ولونه باهت وله منقار اشبه بمنقار الببغاء · ومن الواضح ان سلف واحد كان يجمع بين هذه الأشكال الثلاثة ، منه حدث هذا التطور والاختلاف فى عزلة جغرافية· ويبدو أن الفروق بينها ليست من الضخامة بحيث يشكل كل منها نوع مستقل ، ومن ثم يمكن وصفها جميعا كاشباه انواع sub-species ، لولا وجود ظرف واحد غريب هو انه يوجد شكلان متطرفان فى الاختلاف فى الجزيرة الجنوبية القصوى ، حيث يعيش عصفور صغير داكن وآخر كبير باهت اللون ، جنبا الى جنب دون أن يتزاوجا · وهذا دليل على أنهما نوعان مختلفان · ويبدو أن العصـفور الكبير الباهت انتشر من الجزر الوسطى الى الجزر الجنوبية فى عصر حديث نسبيا ، بعد ان تطور هو والعصـفور الصغير الداكن وأصبحا نوعين متمايزين ·

واذا بقى شكلان احدهما بجانب الآخر بوصفهما نوعين متمايزين ، فلا بد من وجود شرطين اولهما الا يتزاوجا (وهذا يحـــدث فى الطيور لاختلافها فى الشـــكل الخارجى ولا سيما فى لون الريش ونغمة الغناء) · ولا عجب أن يجد من يلاحظ الطيور ، أن ذكور الطير تتعرف بسهولة على اناثها من نفس النوع · أما عصافير داروين فيتعرف بعضها على البعض من مناقيرها ، وكثيرا ما نجد طائرا يطارد اخر من الخلف ، ولكن ما أن يستديرا ويتلاقيا وجها لوجه حتى يفر منه هاربا · لأنه يرى فيه — من منقاره — نوعا آخر ·

والشرط الثانى لكى يبقى كل نوع متمايزا عن الاخر . الا تكون هناك منـــافسة على الطعام . فاذا كانا يطعمان من نفس الطعام . فان أحدهما الأصلح تكيفا لهذا الطعام سيكتسح منافسه تماما . ولذلك لاحظ الباحثون أنه حيث تعيش أنواع متقاربة من الطيور ، توجد فروق بينها فى عادات الطعام ونوعه .. ولذلك فالاختلاف فى شـــكل المناقير ليس مجرد حادث عارض ، ولكنه اختلاف مقصود لكى يتلاءم مع نوع الطعام الذى يعيش عليه الطاير . وكان يظن أن الطيور المتشابهة تتشابه فى طعامها ، وقد تظن أن كثيرا من الطيور تتشابه فى هذا . ولكن بعد أن تبين اختلاف عصافير داروين فى طباعها الغذائية ، درست امثلة عديدة من الأنواع المتشابهة ، ووجدت أن معظمها ان لم تكن كلها تختلف بعضها عن بعض فى مصادر طعامها وفى حجم هذا الطعام وفى طريقة تناولها اياه . أما ما يبدو من تداخل فى هده العادات ، فقد نشا عن عدم دقة الملاحظة .

ان مفتاح هذا التنوع هو العزلة الجغرافية . وربما استمر شكل ما من الأحياء محتفظا بكيانه بجانب شكل آخر ، اذا كان كل منهما قد سبق فى العزلة واكتســـاب صفات مميزة له . متكيفة مع البيئة التى انعزل فيها . وكان التطوريون يعتقدون أن الأنواع تطورت بان أصبحت متكيفة للبيئات المختلفة فى نفس الاقليم . ولكن لا دليل ايجابى على هذه النظرية الشائعة . والرأى الآن أن العزلة الجغرافية هى الوســـيلة الوحيدة التى تنشا بها انواع جديدة ، على الأقل بين الطيور . يمدنا احـــد انواع عصافير داروين بالدليل على ذلك . فالنوع الموجود فى جزيرة كوكوس شديد الاختلاف عن أنواع العصافير الأخرى ، وبلغ من هذا الاختلاف اننا نظن انه لا بد وقد انفصل عن بقية العصافير منذ وقت بعيد . ولكن على الرغم من العزلة الطويلة ، وتنوع الطعام تنوعا شديدا وتنوع البيئات وندرة منافسة الطيور الأخرى ، فقد بقى طائر جزيرة كوكوس نوعا واحدا . والسبب فى هذا هو أن كوكوس جزيرة منعزلة ، ومن ثم لم تقدم الفرص المواتية للتنوع . وقد كان التنوع ممكنا فى جزر جلاباجوس لأن النـــوع الأصلى كان فى امكانه ان ينتشر وينشىء أوطانا منعزلة فى الجزر المتناثرة المختلفـــة . ومما له دلالة أن المجموعة الأخرى الوحيدة التى تنوعت هى طيور جزر هاواى ، وهى أيضا أرخبيل من الجزر .

لماذا اذن لم يوجد هذا النمط من التطور الا فى جزر جلاباجوس وجزر هاواى . فهناك مجموعات أخرى من الجزر فى العالم . كما أن العزلة الجغرافية ممكنة فى القارات . ان أسلاف عصافير داروين لابد وأنها كانت تعيش فى القارة الأمريكية ، ولكنها لم تكون فيها مجموعة من الأنواع شبيهة بمجموعة جزر جلاباجوس . الاجابة على ذلك هو ان أركان البيئة المختلفة كانت قد احتلتها فعلا انواع متمايزة من الطيـــور الأخرى . فناقر الخشب مثلا فى جلاباجوس . لم يكن ليتطور فى بلد فيها طائر ناقر

الخشب حقيقة . فهذا الناقر للخشب كان سيتنافس مع شبيهه ويكتسح من امامه . كذلك الشبيه بالهازج وهكذا .

وربما كانت عصافير داروين أول طيور ارضية تفد الى جزر جلابوجوس . وكانت الجزر شاغرة أمام الطير ، بها اركان بيئية متعددة ومتفاوتة فى التنوع ، يمكن أن تأوى أنواعا جديدة من الطيور تتطور فيها . وكذلك الحال بالنسبة لجزر هاواى . وفى رأيى أن هذا النمط من التطور المشاهد فى هاذين الأرخبيلين ليس فريدا . ولابد وأن انماطا شبيهة له قد حدثت فى القارات منذ زمن بعيد . وأن عصافير الحسون التى نعرفها وناقرات الخشب والهازجات كلها تطورت من أصل مشترك فى القارة . ولكن الفريد فى حالة جزر جلاباجوس وهاواى أن هذا التطور حدث فى وقت قريب جدا ، حتى أننا نستطيع أن نسجل قرائن تنوع الأحياء .

هناك الكثير مما يمكن أن نتعلمه من عصافير الحسون . ولسوء الحظ قد لاتبقى فرص التطور هذه طويلا . فهناك نوع من عصافير داروين قد اندثر فعلا وكذلك اندثرت كثير من الأحياء التى كانت جزر جلاباجوس تنفرد بها فعندما غزاها الانسان جاء اليها ومعه صيادون آخرون ، مثل الجرذان والكلاب وغيرها من اكلات اللحوم . ويتحالف الانسان والماعز فى بعض الجزر على ازالة غطائها النباتى الطبيعى . وهذا هو اكبر خطر يتهدد عصافير داروين واذا لم نأخذ حذرنا ، فسيفقد أبناؤنا كنزا لا يمكن أن يعوض .

القســم الثــانى

أقدم اثار الحيــاة

مقـــدمة

بعد ان أخذنا بظاهرة التطور ، يأتى السؤال الطبيعى ، متى وكيف حدث هذا ؟ ويفترض علماء الأحياء القديمة (الحفريات) وعلم الأحيـــاء ان عمليـــة التنوع speciation والتفــــرع diversification قد بدأت منذ عهد سحيق ضارب فى القدم · ويمكن تتبعه فى الماضى الى حقب الحياة الحديثة ، والحياة الوسطى الى فجر الحياة القديمة · ولكن حدث وقت قريب كان مما يحير العلماء هو انقطاع الأحياء القديمة انقطاعا فجائيا من صخور حقب الحياة القديمة الحديثة نسبيا · وان الفصل بين الصخور التى تحتوى على حفريات حقب الحياة القديمة الأسفل وعصر ما قبل الكامبرى التى يبدو انها خالية تماما من الحفريات حاد · رغم تنوع الحفريات فى حقب الحياة القديمة الأسفل ، فهذه الحفريات على بساطتها وافرة ومتنوعة فى الصخور وكان الشىء المحير هو أن عصر ما قبل الكامبرى شغل ما يقرب من سبعة

أثمان تاريخ الأرض . بينما أحقاب الحياة (القديمة والوسطى والحديثة . لم تشغل سوى ثمن تاريخها فحسب • بل أن اللافقاريات الهلامية التى وجدت فى الطبقات الكامبرية القاعدية اشتملت على التريبوليت tribolites . وهذه أعضاء من قبيلة أحيائية متقدمة شديدة التعقيد هى قبيلة المفصليات (الارثروبود arthropods

ولا بد وأن عصر ما قبل الكامبرى ـ جدلا ـ كان زمنا حدث فيه تطور تدريجى طويل وظهرت فيه الحياة وتنوعت وانتهت الى حفريات العصر الكامبرى • ولكن أين كانت هذه الحفريات السابقة للكامبرى ؟ باستثناء بقايا الطحالب الحفرية واثار متناثرة منها ، فان صخور عصر ما قبل الكامبرى لم تقدم لنا أى دليل على أسلاف الحياة المبكرة لزمن الحياة القديمة • وقد تقدمت بعض الآراء لشرح هذه الظاهرة فربما كانت صخور هذا العصر قد تحولت تحولا شديدا لم يسمح لها بالاحتفاظ بالحفريات أو ربما لم تحتفظ صخور هذا العصر يسجل للبيئة التى عاشت فيها هذه الأحياء البدائية • أو ربما حدث عصر طويل من التعرية واسعة النطاق أتت على الصخور التى أحتفظت بهذه الحفريات الهامة ، أو ربما كانت الأحياء التى عاشت فى عصر ما قبل الكامبرى تفتقر الى الأجزاء الصلبة التى يمكن أن تتحجر وتصبح حفرية •

الا أن محاولات تبرير عدم وجود حفريات لعصر ما قبل الكامبرى أصبحت ضعيفة بل وتسير من ضعف الى ضعف • ويضاف الى هذا اكتشاف صخور غير متحولة ، من رسوبيات مختلفة • كما أنه ظهر من أجزاء من العالم انه لم تكن هناك شىء التعرية الشديدة التى يمكن أن تفصل بين صخور عصر ما قبل الكامبرى الأعلى وعصر ما قبل الكامبرى الأسفل • وأما عن عدم وجود أجزاء صلبة للأحياء ، فاننا كنا نتوقع أن نجد فى مكان ما طوابع ما قبل كامبرية أو آثار تدل على بقايا حياة كما وجد فى الصخور الأحدث عمرا • وأكثر من ذلك فقد ظهر بعض علماء الأحياء القديمة أن الأجسام الرخوة للتريبوليت أو المفصليات (البراثيوبود) لم تكن لتظهر أحيائيا ، لأن تشريحها نفسه يحتاج لهيكل معدنى يدعمها •

وبالتدريج ، بدا لبعض العلماء أنه ينبغى أن نقبل السجل الحفرى لعصر ما قبل الكامبرى كما هو ، اذ هو يبين ما حدث فعلا فى هذه الفترة من التطور • ونتيجة مباشرة لهذا ، هو محاولة شرح هذا الانقطاع الأحيائى المفاجىء بين عصر ما قبل الكامبرى المتأخر وبين لافقاريات العصر الكامبرى الوافرة المتنوعة • ويرتبط بهذا ضرورة شرح هذه الظاهرة . لماذا حدث هذا الانقطاع فى عهد متأخر نسبيا من حياة كوكبنا •

بدأ الجيولوجيون فى الخمسينيات فى اكتشاف مجموعة متنوعة مجهرية من

الطحالب البدائية ، بعض الاحياء الشبيهة بالبكتريا في اجزاء عديدة من صخور عصر ما قبل الكامبرى في مختلف القارات كما عثر على ادلة على لافقاريات بدائية رخوة ترجع الى قرب نهاية هذا العصر . وهذه الكشوف تصور جانبا من جوانب طبيعة البحث العلمى . فمنذ أن توقع علماء الاحياء القديمة وجود امثلة صغيرة من طلائع التريبوليت وطلائع المفصليات وطلائع الرخويات فى صخور عصر ما قبل الكامبرى كما أوحت اليهم آراؤهم عن كيفية حدوث التطور فى عصر ما قبل الكامبرى فانهم لم يفشلوا فقط فى العثور على هذه الحفريات (لأنه لم يكن لها وجود) بل فشلوا أيضا فى دراسة ما تحت ايديهم . على اية حال فقد تغيرت آراؤهم عما يجب أن تكون عليه سجلات الأحياء القديمة ، وبدءوا يقصرون بحثهم على ما تحت أيديهم . وهذا الحادث عما نراه أو يجب ان نراه فى البحث العلمى . انما يتأثر حقيقـــة بما يجرى فى عقولنا .

فى « اقدم الحفريات » يصف بارجورن بقايا الطحالب والبكتريا المجهرية ، التى عثر عليها والتى ترجع الى بلايين السنين . بليون أو اثنين أو ثلاثة بلايين السنين مضت . فى صخور ما قبل الكامبرى فى استراليا وكندا وافريقيا . وهذه الحفريات تؤيد وتؤرخ الفكرة السائدة فى الوقت الحاضر عن ظهور الحياة الأولى فوق الأرض. فخلال نصف البليون والبليون سنة من تاريخ الأرض ، خلقت الخلية الأولى التى يمكن أن تتكاثر من مادة غير عضوية مكونة من رخويات عضوية ، تخلقت من الجو من أول أكسيد وثانى اكسيد الكربون مختلطة مع كميات متفاوتة من الميثان والنشادر وربما من سيانيد الهيدروجين . ورغم أن الأدلة الجيولوجية والتجارب المعملية تؤيد اجزاء من هذه النظرية الخاصة بالتطور الكيمائى خلال هذا الزمن ، الا انه ليس لدينا اى دليل حفرى مطلقا عنها . وكما أشار بارجورون ما أن بدأت الحياة حتى تكاثرت الأدلة على أشكال الحياة القديمة . وهذه كانت تتكون من تكوينات شبيهة بالبكتريا والطحالب فى صخور جنوب افريقيا التى يزيد عمرها على ثلاثة بلايين من السنين . هذه الأحياء كما نتوقع تركيبات بسيطة ومن العسير التأكد ما ان كانت حفريات حقيقية ، وليست نتيجة عمليات جيولوجية ، بل ويشك فى انها بكتريا أو طحالب حقيقية . (انظر مقال كلاود ١٩٧٩ التى استشهد بها فى نهـــاية هذه المقدمة بوصـــفها مشكلة تستحق الدراسة) .

واحتفظت صخور كندا التى يصل عمرها الى بليونى عام ، بكتل من الأحيـاء البدائية المركبة الضوء ويبدو أن الطحالب البدائية كانت موجودة منذ عدة بلايين من السنين ووجود تراكمات سميكة من خام الحديد . يتراوح عمرها بين ١٫٨ و٢٫٢ بليون سنة فى صخور الدرع الكندى الذى يرجع الى عصر ما قبل الكامبرى دليل على حدوث عملية امتصاص للمواد الحديدية الذائبة وتحويلها الى اكاسيد حديدية

غير دائبة ، وأن هذا من قبل هذه الكائنات المهجرية التى كانت تعمر البحار · (معظم الصلب فى العالم يرجع الى هذا النشاط الاحيـائى القـديم) · وقد أدى اطـلاق الأوكسيجين فى الجو الى تكوين طبقة الاوزون · التى حفظت سطح الأرض من الاشعاع الشمسى القاتل للحياة ، مثل الأشعة فوق البنفسجية ، ومن ثم كانت الحياة فى البحار الضحلة محدودة ، ولم تكن هذه الحياة أيضا ممكنة قبل تكون هذه الطبقة الواقيـة من الجـو ·

وحدثت ايضا منذ بليون واحد من السنين خطوة كبرى هامة ، عنـدما ظهرت الخلية النووية eu Karyote وهى تختلف عن الخلية السـابقة عديمة النواة فى انها تستطيع أن تتكاثر جنسيا · وقد وجدت حفريات تسجل هذا فى صخور فى استراليا وهى تدل على حدوث خطوات مختلفة فى التحول ، وهى العملية التى تتكاثر بها الخلية قبل انقسامها وكما لاحظنا فى مقدمة القسم الاول ، يخلق التكاثر الجنسى امكانية التنوع الجينى ، ومن ثم ربما كان هذا الأمر مطلقـا للتطور السريع للحياة · ولا سيما للحيوانات من بعد ·

ويتناول جلاسنر فى مقال عن « حيوانات ما قبل الكامبرى » القصة من حيث تركها بارجورن · فصخور استراليا التى تكونت منذ ٦٥٠ مليون سنة تحتوى على طوابع تركتها الأحياء البحرية القديمة فى الطين والصخر الرملى اللين · وهذه الطوابع لحيوانات ذات أجسام رخوة تذكرنا بالسمك الهلامى الحالى ، واقلام بحرية (قريبة من المرجان) وديدان مسطحة وغيرها · ومنذ ذلك الكشف عثر على مثيلات لها فى انحاء عديدة من العالم فى صخور ترجع الى نفس العمر وهى التى توضع ممثلة لحيوانات ايدياكارانية ، نسبة للمكان الاسترالى الذى وجدت فيه وعثر عليها فيه لأول مرة ، وهو اسلاف اكل حيوانات العصر الكامبرى منذ مائة مليون سنة ·

السجل الحفرى الكامبرى اذن يؤيد الافكار التطورية الحديثة · فى هذه الفترة من تاريخ الأرض ، ويمكن أن نلخص فيما يلى (ارجع الى اللوحة بالقرب من نهاية مقال بارجورن وللبيانات المراجعة فى جدول ١ شكل ١ و٢ فى مقال كلاود ١٩٧٦) ·

١ ـ تكوين الارض ، منذ حوالى ٥ر٤ بليون سنة ·

٢ ـ انطلاق الغاز الحبيس خلق جوا مختزلا ؛ التطور الكيمائى ادى الى ظهور الأشكال الأولى للحياة منذ ٥ر٣ ـ ٥ر٤ بليون سنة ·

٣ ـ اشكال لا تستطيع أن تصنع غذاءها بنفسها Hetertrophe تظهر .

و « تتغذى » على مركبات مخلقة غير عضوية · وعندما شح هذا المصدر أدت عمليـــة التمثيل الضوئى الى أن تصنع العضويات طعامها ، مستخدمة ثانى أكسيد الكربون والماء ـ فظهر ما يسمى autotrophe منذ حوالى ٥ر٣ بليون سنة ·

٤ ـ تنوعت الخلايا غير النووية · مما أطلق مزيدا من الأوكسجين فى الجو ، وتكوين طبقة الأوزون ، حوالى منذ ٢ بليون سنة ·

٥ ـ ظهور الخلايا النووية والتكاثر الجنسى مع ظهور التنوعات الجينيـــة الكثيرة : منذ حوالى بليون سنة ـ وربما ٥ر١ بليون سنة ·

٦ ـ ظهور الحيوانات متعددة الخلايا الرخوة ، والحيــــوانات ذات الشـكل الثابت ، وتلا ذلك ظهور اللافقاريات الراقية منذ ٧٠٠ مليون سنة ·

٧ ـ تنوع اللافقاريات ، بدءا بظهور الهياكل العظمية للحماية حوالى ٦٠٠ مليون سنة ـ بدء العصر الكامبرى ·

مرجع للقراءة :

عرض ممتاز لحالة علمنا عن الأحداث الهامة التى أدت الى تطور أشكال الحياة العليا ، مع التاكيد على التداخل بين الغلاف الحيوى والغلاف الجوى والغلاف المائى والسجل العمرى · ويبين كلاود الدرجات المتفاوتة لقيمة المعلومات ودرجة الثقة بهـا فيما يتعلق بتفسير ظهور الحياة الأولى على سطح الأرض · وبها ثبت بالمراجع مكون من ١٧٢ مادة ، مما يعتبر مقدمة جيدة للموضوع ·

٥ ـ أقدم الحفريات

الزوس · بارجورن

مايو ١٩٧١

وجدت بقايا البكتريا والطحالب القديمة، التى يبلغ عمر بعضها ما يزيد على ثلاثة بلايين من الأعوام ، فى افريقيا واستراليا وكندا · وهى تقدم قرائن على أقدم مراحل التطور ···

كيف نشأت الحياة على الأرض ؟ ان محاولات الاجابة على هذا السؤال من زمن ليس ببعيد قد اثارت من مسائل الخلاف أكثر مما أثارت من مسائل الاتفاق · وقد عثر اليوم على سجل حفرى لم يكن معروفا قبل الخمسينيات ، يشهد بثلاثة أحداث هامة

فى الخطوات الأولى للتطور العضوى . وقد وجدت هذه الحفريات فى أجزاء متفرقة متباعدة من العالم . وتحتفظ بها كلها صخور قبل كامبرية غير عادية . وهذه الصخور تؤرخ لأول واقدم واطول حقبة فى التاريخ الجيولوجى . واقدم هذه الحفريات ترجع الى ثلاثة بلايين سنة .

وكل ما يمكن ان نعرفه او نظنه عن نشاة الحياة على الأرض يشير بأن أول كائنات حية ظهرت على الأرض قد سبقتها تطورات كيمائية معقدة تدريجية . وكانت البيئة التى ظهرت فيها هذه الأحياء عبارة عن سائل أولى . ملىء بمادة « عضوية » رخوة مثل احماض امينية وسكريات وغيرهما من مواد احيائية هامة ظهرت للوجود من بين عمليات غير عضوية . ولا بد وان ملايين من السنين قد مرت ليتكون هذا السائل ويتراكم ويتخلق . ويمكن ان يطلق على هذا الزمن حقب التطور الكيمائى . وهـذا تعبير يدين كثيرا لجهـود باحث كبير فى موضـوع التركيب غير الحيوى abiotic synthesis . اسمه سيريل أ . بومامبيروما من مركز ابحاث اخر ، التابع لادارة ابحاث الفضاء الوطنية . ووصل التطور الكيمائى ذروته عندما تجمعت المادة غير العضوية بشكل جعلها عضوية . وهذه أولى خطوات عملية التطور العضوى . ويطلق عام الكيماء الحيوية الروسى أ . آى . أوبارين عليها اسم « طلائع الحيـاة protobiont

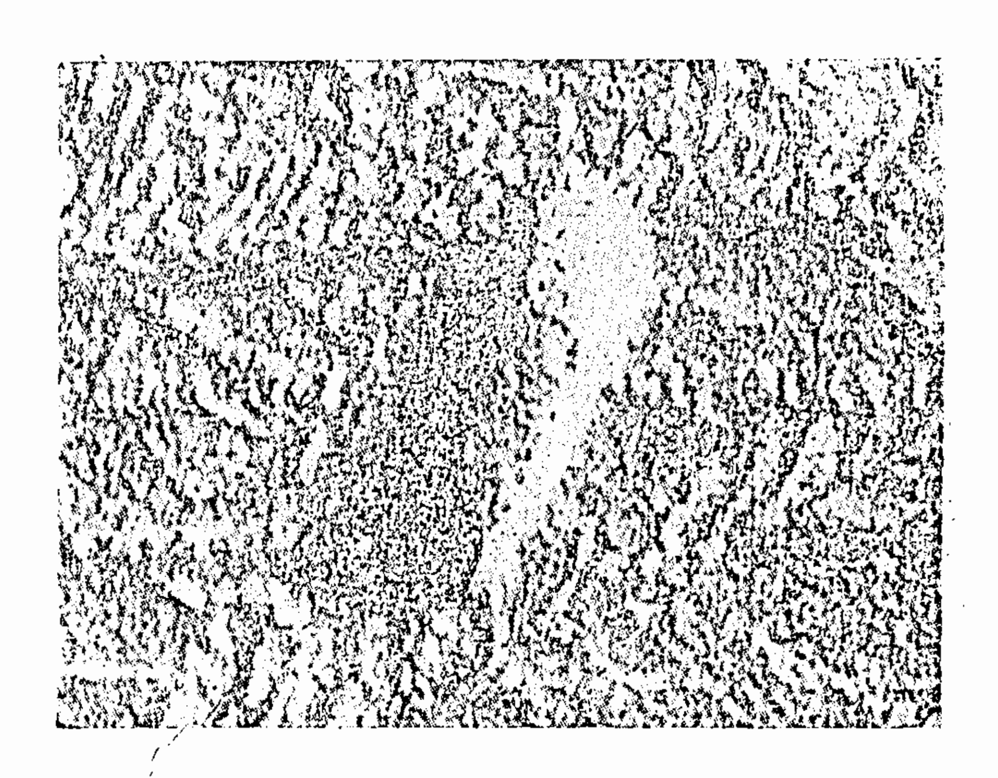
واذا أخذت فى الاعتبار أشكال الحياة المختلفة التى نعرفها اليوم . فان طلائع الحياة أغلب الظن كانت مجهرية الحجم ، أحادية الخلية فى التركيب ، وربما كانت تشبه البكتريا نصف الكروية الحالية cocoid . ولنفحص بشكل مجرد هذا الشكل الأولى للحياة . بدلا من ان تمعن فى تخيل جسم عضوى معين . ولنطلق على هذا الشكل اسم hetrotroph اى الكائن الحى الذى لا يستطيع أن يصنع مادته الغذائية . ولكن عليه أن يتغذى من جسيمات عضوية فى السائل الذى يحيط به . (وهذا يتضمن ان يكون الكائن الحى مغموسا فى الوسط المائى . او على الأقل مستقرا على سطح رطب ، اذ أن الماء ضرورى لحياة البروتوبلازم) . ومن المعقول ان نتصور الكائن العضوى الأول على هذه الصورة فليس من المعقول أن يكون هذا الكائن مستقلا فى تمثل غذائه

وعلينا ان نتصور ان الكائن الحى انتقل من حالة الاعتماد فى تمثل الغذاء الى حالة الاستقلال فى هذه العملية . والا فلن نستطيع أن نتقدم خطوة فى تصور التطور كما لاحظ برستون كلاود من جامعة كليفورنيا فى سانتا برباره .

بشكل او آخر لا بد وأن هذا الكائن الحى تطور الى حالة الاستقلال فى تمثل .

التطور العضوى : كما يظهر على شكل خطوات عامة فى التقدم الاحيائى . وقد بدأ عصر ما قبل الكامبرى ، وهو أطول العصور الجيولوجية مع بداءة تكوين الارض منذ ٤ر٥ مليون سنة وانتهى منذ نحو ٦٠٠ مليون سنة . وبانتهائه بدأ زمن الحياة القديمة ويظهر من التظليل تنوع الأحياء وتزايدها مع مرور الزمن ، فما أن ظهرت الخلايا صحيحة النواة حتى أسرع التطور وخطا خطوات كبيرة ، وذلك فى أواخر العصر السابق للكامبرى . وتضاعف عدد الاحياء أضعاف متضاعفة منذ ذلك الحين .

غذائه هذا الحادث فى تطور الحياة يحدد الوقت الذى بدأ فيه اسـتنزاف الغذاء العضوى من المسائل الأولى . ولابد وأن التخليق أو التمثيل الضوئى ، وهو أهم وسيلة لتغذية الذات يلجأ اليها الكائن العضوى ، قد اخترع حينئذ · ولا تعتمد هذه الفكرة فقط على منطق الديناميـة الحرارية أو الفزيولوجيا ، وانما على قرائن جيولوجية تدل على أن أشكال الحياة الأولى كانت تعتمد على التمثيل الضوئى فى غذائها · فهناك فى السجل الجيولوجى تكوينات تدل على أن كميات قليلة من الأوكسجين الذى يخرج من التنفس



أقدم بكتريا معروفة · احد الشكلين البدائيين للحياة المحفوظة فى صخور عصر ما قبل الكامبرى فى جنوب أفريقيا ، تظهر على شكل مستطيل مرفوع فى هذه الصورة المأخوذة بالمجهر الالكترونى · ما نراه هو صورة لعينة صخرية مصقولة يظللها معدن ثقيل · وحفرية البكتريا محفوظة فى الصوان فى تكوينات شجرة التين Fig tree · طـولها من ٥ر٠ الى ٧٥ر٠ ميكرون وعرضها ٢٥ر٠ ميكرون · وعمر هذا الكائن العضوى ٢ر١ بليون سنة وطلق عليـه اسـم Eobacterium isolatum بكتريا الفجر المنعزلة

- وهو الناتج الغازى لعملية التمثيل الضوئى - كانت موجودة فى عصر مبكر جدا من تاريخ الارض · ويتفق هذا الدليل الكيمائى مع الأدلة التى تشير الى تزايد الأشكال الأولى للحياة تزايدا كبيرا ، وكانت هذه الحياة تشبه أساسا البكتريا والطحالب الداكنة الخضرة فى الوقت الحاضر ·

وكثير من انواع البكتريا قادرة الآن على التخليق الضوئى ، وكذلك كل الطحالب الداكنة الخضرة ، وكلها تخرج اوكسجينا · ومن المهم أن نؤكد ان العضويات الأولى كانت تتمثل الغذاء لسبب آخر ، هو أن البكتريا والطحالب الداكنة الخضرة هى الكائنات الوحيدة البسيطة المكونة من خلية واحدة · اذ ليس لها نويات غشائية ولا أشباه غضاريف وتنتشر مادتها الوراثية داخل الخلية كلها ، وهى غير قادرة على الانقسام الجسمى أو الانقسام الجينى · فكلا النوعان من الانقسام يحتاج لكروموزومات تنتظم فيها المورثات ·

فالبكتريا والطحالب داكنة الخضرة تختلف اختلافا اساسيا عن العضويات الاخرى ، عن كل النباتات والحيوانات ، لا هى من النباتات ولا هى من الحيوانات فالعضويات الأخرى لها خلايا ، وكل خلية لها نواة وأعضاء متخصصة ، وتركيب عضوى متخصص ، وهى تسمى بالخلايا صحيحة النواة eukaryotic ، بينما البكتريا والطحالب سابقة لظهور النواة prokaryotic · ويبدو مثيرا للدهشة الا تكون أشكال الحياة الأولى القادرة على التمثل الغذائى ، وأول خطوة فى سلم الحياة شيئا آخر غير عضويات سابقة لظهور النواة ·

وهذه الخلية البدائية تستحق الدراسة لسبب آخر · وهو ان اى كائن عضوى تنتشر مادته الجينية (الوراثية) فى الخلية كلها ، وتكاثره لا يتضمن اعادة إتحاد المورثات من والدية فهو محافظ · فى مثل هذه الكائنات الحية تختفى الطفرات عندما تظهر بدلا من أن تنتشر · وتعتبر الطحالب داكنة الخضرة مثلا كاملا للمحافظة الوراثية · ولا تختلف بعض أنواع من البكتريا والطحالب عن مثيلاتها التى كانت تعيش منذ أكثر من بليون سنة ·

هذه هى الحقائق والتصورات ، فكم من الأحداث فى المراحل الأولى للتطور العضوى يمكن اعتباره حدثا بارزا ؟ يبدو أن هناك ثلاث أحداث تعتبر علامات هامة فى الطريق ، وكل منها يعتبر عتبة كبيرة فى درج التطور · الحدث الأول ، أو الحدث الذى لابد منه هو التمثل البيولوجى الناجح ، فهو عبور من مرحلة التطور الكيمائى غير الاحيائى (الذى لا حياة فيه abiotic) الى المرحلة العضوية التالية · وربما يوما ما تكتشف حفرية هذه الحياة الأولى ، أو دليل حفرى عن العضويات التى

تعتمد فى تمثل غذائها على غيرها اى heterotrophe الا ان ما لحق بهـــا من كائنات تستطيع ان تتمثل غذاءها وقادرة على التمثيل الضوئى لدليل كاف على أن المرحلة الأولى قد حدثت فعلا ٠

العتبة الثانية أو الخطوة الثانية هى مرحلة التنوع diversification ٠ فمع التطور لا يمكن أن تقتصر عملية التخليق الضوئى على كائن عضوى واحد ٠ بل العكس هو الصحيح ، فانه سرعان ما تنوعت هذه العضـــويات الى اشـــكال شتى ٠ ولكن العضويات تنوعت فى الشكل والتركيب وخطت فى سبلها التطورية العديدة ٠

أما العتبة الثالثة فهى تفصل العضويات أحادية الخلايا عن العضويات الأخـرى ومن الممكن تصور عالم لا تسكنه الا البكتريا والطحالب الداكنة الخضرة ٠ ومثل هذا العالم ، من وجهة نظر العالم المعاصر ، سيبدو فقيرا ليس أمامه امكانيات التطور ٠ ولكن هذا العالم الآهل بأشكال الحياة الحيوانية والنباتية التى ظهرت على مدى ٦٠٠ مليون سنة ، انما يرجع الى ظهور الخلية ذات النواة eukaryotic ، مع ما تحكمه من امكانات التنوع الجينى ٠

ولنحمد الظروف التى حفظت الحفريات ، والتى بفضلها امكن العثور على الأدلة



شكل (١٠)

خيطيات تشبه الابر لمادة عضوية تشبه نسيج النبات المتحلل . وهو نوع أخر من الحفريات كما يظهر تحت المجهر الالكترونى فى صوان شـــجرة التين ٠ بعض العينات طولها ٩ ميكرونات ٠ وهى لا تقارن مع اى كائن عضوى معروف ٠ وربما كان جزئيا عديم الحياة متبلر «للمادة الحيوية الأولى»

المادية لكل خطوة من هذه الخطوات الثلاث الحاسمة ، والتى حدثت بنجاح على طول الحقب السابق للكامبرى . ويمثل عصر ما قبل الكامبرى ٤ بلايين من بين ٤٫٥ بليونا هو عمر الارض . وقد بدا هذا العصر بتكوين الارض نفسها ، وانتهى منذ ٦٠٠ مليون سنة مع فجر زمن الحياة القديمة (انظر الشكل رقم ٤١) . وقد مر البليون الأول من السنين دون ان يترك شيئا نعرفه به . ويبلغ عمر اقدم الصخور التى وجدت فى أفريقيا ثلاثة بلايين من السنين .

ولا يقتصر وجود صخور ما قبل الكامبرى على افريقيا فقط ، بل هى موجودة فى كل قارة اخرى . ونحن نعرف صخور هذا العصر المكونة للدرع الكندى والمعروفة بالكاليدونية فى امريكا الشمالية أكثر من غيرها . كما تعرف صخور الدرع الفنواسكاندى فى اوروبا ، وأكثر من ثلث صخور استراليا ترجع أيضا الى هذا العصر . وتنتشر ايضا فى أمريكا الجنوبية وآسيا . وبعض هذه الصخور نارية الأصل، وبعضها رسوبى . ومعظم هذه الصخور الرسوبية قد تحول أى تغيرت فى الشكل والتركيب الكيمائى بواسطة الحرارة والضغط .

وقد كانت منطقة بابرتون منطقة تعدين هامة ومن ثم درست جيولوجيتها دراسة جيدة وبتفصيل دقيق . وقد قدرنا عمر الصلصال فى أكثر من معمل ، مستخدمين طريقة الحفريات وكل أثر باق من الحياة القديمة .

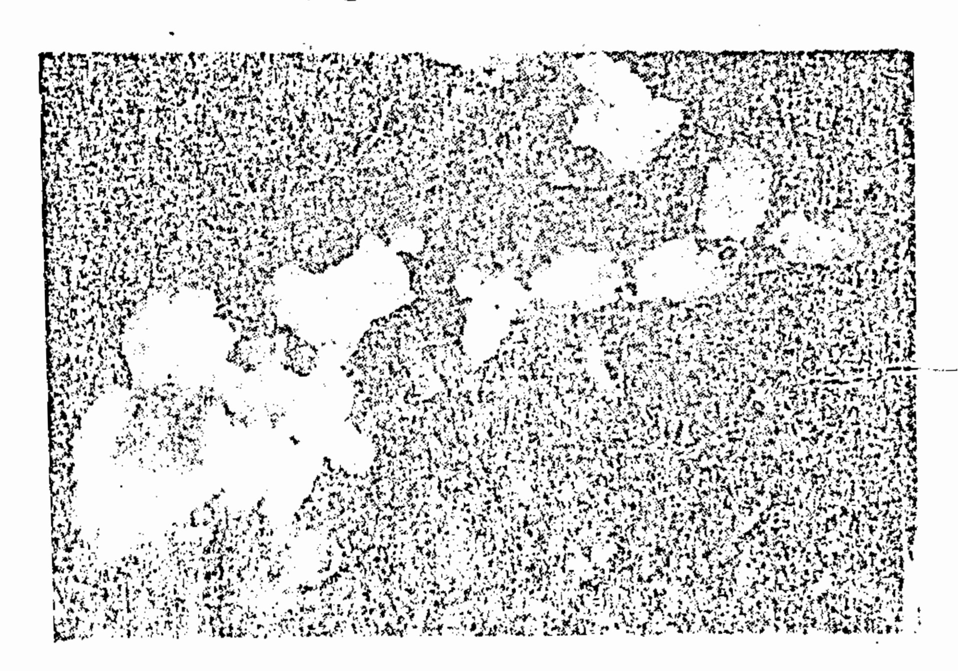
وقد نجت بعض الرواسب من هذا التغير الشامل . فهناك ارسابات شاسعة من الصلصال الأسود والشرت (الصوان) الأسود وغيرهما من الصخور الرسوبية قبل الكامبرية تنتشر وتتناثر فى مناطق الدرع القديمة ، فى حالة غير متحولة . وتنتشر الصخور الغنية بالكربون مثلا فى تكوينات اقليم بحيرة سوبريور فى أمريكا الشمالية وفى منطقة ترانسفال فى جنوب افريقيا وفى اجزاء من غربى استراليا ، وهى تبدو - حتى للعين الخبيرة - أقرب شبها للصخور الكربونية التى ارسبت فى العصر الفحمى منذ اكثر من ٣٠٠ مليون سنة .

واقدم مجموعة صخور رسوبية ترجع الى عصر ما قبل الكامبرى تقع فى اقليم الحدود بين جنوب افريقيا وسوازيلاند ، وتسمى هذه بتكوينات سوازيلاند ويبلغ سمك طبقاتها الرسوبية آلاف الأقدام . ويظهر جزء من هذه التكوينات وهو المعروف بتكوينات شجرة التين على السطح فى منطقة جبال بابرتون وهى منطقة معروفة بتعدين الذهب بالقرب من مدينة بابرتون فىشرقى ترانسفال . وتتكون هذهالصخور من الصوان الأسود والرمادى والأخضر تتخللها حجر حديدى وصلصال واردواز . ويبلغ سمك الصوان فى بعض المواقع ٤٠٠ قدما وهذا الصوان مشقق عادة ، وتمتلىء هذه الشقوق



شكل (١١)

هذان قطاعان لفجر البكتريا كما ترى تحت المجهر الالكترونى . وترى الى
هذان قطاعات لفجر البكتريا كما ترى تحت المجهر الالكترونى . وترى الى
١٥ر٠ ميكرون يشبه جدار البكتريا الحالية من نوع الباسيللوس bassilus



شكل (١٢)

كريات تشبه الطحالب . كما ترى تحت المجهر الالكترونى . وهى حفرية أخرى وجدت فى تكوينات شجرة التين . وقطرها عادة أقل من ٢٠ ميكرون واسـم هـذا الكائن الحى Archaeospheroides harbenanensis

بالكوارتز . وبعضها لم يتأثر كثيرا بعملية التحول ونحتوى تكوين شجرة التين هـــذا على بقايا مواد عضوية وقليل من الحفريات المجهرية

وقد كانت منطقة بايرتون منطقة تعدين هامة . ومن ثم درست جيولوجيتها دراسة جيدة وبتفصيل دقيق • وقد قدرنا عمر الصلصال فى اكثر من معمل مستخدمين طريقة تحلل الاسترونتيوم والروبيديوم الاشعاعى • وهذا التحلل الاشعاعى بدا فى العمل منذ ١ر٣ بليون سنة ، ولكن هناك من الأدلة ما يشير الى ان هذه الارسابات بدأت فى التكوين قبل ذلك • وقد بينت الأبحاث الحديثة أن عمر صخور قريبة من قاعدة تكوينات سوازيلاند (وبذلك اسفل من مستوح صخور شجرة التين) يبلغ ٣٦ر٣ بليون سنة • وعلى ضوء هذه التقديرات فمن المحتمل ان يكون عمر تكوينات شجرة التين أكثر من ٢ر٣ بليون سنة •

وفى عام ١٩٦٥ جمع صوان من عدة مواضع فى تكوينات شجرة التين واعدت للدراسة فى معملى فى جامعة هارفرد • وقد استخدمت طريقتين للفحص ، فقد اخذت كما أخذت سطوح مشطوفة اخرى من الصوان ، عولجت بالمعدن ، وفحصت بالمجهـر قطاعات رقيقة من الصوات ، وفحصت تحت المجهر بطريقة انعكاس الضوء الأبيتى تحته. الالكترونى • وقد ساعدنى فى ذلك ج• وليم شويف •

وعندما فحصنا الشرائح تحت المجهر الضوئى لاحظنا وجود انعكاس مادة عضوية سوداء • وكانت ظلال المادة السوداء غير منتظمة ولكنها كانت موزعة بشكل متواز مع طبقات الصوان ، مما يدل على أنها تكونت فى الاصل كجزء من رواسب مائية • ولم يلاحظ أى تشتت حيث تتخلل المادة العضوية حبيبات الصخر ، وهذا يعنى أن عملية الارساب وضعت المادة العضوية فى المحلول الغنى بالسليكا قبل ان تتبلور السليكا الى صوان chert ولا يوجد اى دليل على أن السليكا من اصل ثانوى •

وكان من الصعب التعرف على اجسام متميزة داخل طبقات المادة العضوية تحت المجهر الضوئى • وكان أول نجاح لنا فى فصـــل مادة عضوية من هذه التكوينات ، قد تم باستخدام الطريقة الثانية ، اى طريقة الانعكاس الكربونى وقد بين المجهر الالكترونى أجساما عضوية الشكل، وجدت فى المقطع العرضى والقطع الطولى • وهذه العضويات صغيرة جدا ويتراوح طولها ما بين ٥ر• ميكرون الى أقل من ٧ر• ميكرون ، وفى العرض من ٢ر• ميكرون الى اكثر بقليل من ٣ر• ميكرون • وفى القطع العرضى ، يرى جدار الخلية مكونا من طبقتين داخلية وخارجية وسمك الجدار كله ١٥•ر• ميكرون (انظر الشكل (٢٢)) • وهذه يمكن مقارنتها بسمك جدار اى بكتريا فى التكوين والابعاد • وقد بين المجهر الالكترونى ايضا وجود مادة عضـــوية على شكل خيوط غير

منتظمة . تفتقد اى تركيب يمكن ملاحظته • وهذه الخيوط أصلية فى الصوان وليست نتيجة اى تلوث • وتبلغ ابعادها ٩ ميكرونات طولا وتشبه المواد النباتية المتحللة • ورغم أن هذه الخيوط تكاد تكون بالتاكيد مادة عضوية ، الا انه لا يمكن مقارنتها بأى مادة عضوية معروفة • وقد قيل _ من باب التمنى _ انها ربما كانت اثار مادة عضوية غير حيوية abiotic كانت طافية فى السائل الأصلى الذى تكونت فيه الحياة •

ثم استطعت انا وشوبف ان نرى حفريات مجهرية فى شرائح رقيقة جدا من صوان شجرة التين ، تحت المجهر الضوئى • وهذه الحفريات كروية ، وتبين مقاييس اخذت لثمان وعشرين عينة واضحة ان معظمها قطره يتراوح بين ١٧ _ ٢٠ ميكرون (أنظر الشكل المرافق) وبعضها اسود من داخله كأن السينوبلازم فيها قد تفحم • وكما ان العضويات التى تشبه العصى شبيهة _ وهى تحت المجهر الالكترونى _ ببعض انواع البكتريا ، فان بعض العضويات الكروية شبيهة ايضا ببعض انواع الطحالب داكنة الخضرة • وربما كانت فى طريق تطورها لهذه الطحالب •

وقد اطلقنا على العضويات اسما جديدا ، يحمل اسم جنس جديد واسم نوع جديد Eobactcrium isolatum (البادئة Eo باليونانية تعنى فجر) اى فجر البكتريا مما يشير الى عظم‌قدمها ، والاسم النوعى يبين انها لاتعيش فى مستعمرات بل تعيش منعزلة • ومعناها البكتريا القديمة المنفردة او المنعزلة • كما اسمينا العضويات نصف الكروية Archacospheroides barbertonensis وهذا اسم يدل على جنس جديد ونوع جديد • ويعين اسم النوع فيها المكان الذى عثرنا فيها عليها • ويدل وجـــود هاذين النوعين من الكائنات العضوية التى نجحت فى أن تعيش فى بيئة مائية منذ ثلاثة بلايين من السنين على أن العبور من حالة التطور الكيمائى الى التطور العضـــوى قد تم بنجاح فى وقت سابق لهذا الزمن • فنحن الآن نعلم ان نوعين من العضويات الحية قد ظهرا فى وقت لاحق لثلث عمر الأرض • واذا قبلنا الادلة على ان شبيه الطحالب التى عثر على حفرياتها فى شجرة التين كانت تستطيع أن تقوم بعملية التخليق الضوئى ، فلابد من أن حادثا كيمائيا ارضيا هاما يكون‌قد حدث• فمع‌عملية التمثيل الضوئى انطلق الأوكسجين فى الجو وهذا عنصر هام من عناصر البيئة • وهذا الأوكسجين المنطلق من العضويات حدث هام سيكون له اثار بعيـدة المـــدى على تاريخ الأرض جيولوجيا_ واحيائيا •

أما الادلة على عبور الخطوة الثانية الهامة فى التطور فتاتى من امريكا الشمالية• فهناك بروز من الصخر قبل الكامبرى يظهر على طول شاطىء بحيرة سوبريور غـربى اونتاريو . يبين تتابعا للصخور الرسوبية ويعرف بتـكوين جنفلنت Gunflint وتشتمل صخور قاعدة هذه التكوينات على طبقات من الصوان الاسود يتراوح سمكها

ما بين ٣ ـ ٩ بوصات · وبعض مواقع هذه الصخور معرضة للجو باستمرار ، وبعضها يختفى تحت طبقات اخرى ويظهر على السطح فى أماكن متناثرة ، على بعد ١١٥ ميلا فى شرايبر شرقى جنفلنت فى أونتاريو · وكانت هذه التكوينات محل بحث ودراسة تفصيليتين ·

وقد اتت عوامل التعرية على القاعدة الجرانيتية قبل ترسيب تكوينات جنفلنت عليها · وقد بين التوقيت الاشعاعى تاريخين للجرانيت · فبحساب نسبة البوتاسيوم أرجون وجد أن المركز الحيوى عمره ٢ر٥ ± ٠ر٧٥ بليون سنة · وعمر عينة الصخر كلها بحساب نسبة البروبيديوم ـ استرونتيوم هو ٢ر٣٦ ± ٠ر٧ بليون سنة · فعمر الجرانيت اذن يعطينا ارضية لأقصى عمر لهذه التكوينات · فلا يمكن أن يكون عمر تكوينات جنفلنت اكبر من هذا مطلقا ·

ويشير الميكا المأخوذة من الصخر فى هذا التكوين ، والتى جمعت من مكان بالقرب من خليج ثندر أن عمرها بحساب معدل الارجون بوتاسيوم الموجود فيها هو ١ر٦ ± ٠ر٥ بليون سنة · وبهذا تعطى الميكا سقفا للحد الأدنى للصوان الموجودة فى هذه التكوينات ومن المعقول أن تحدد عمر الصوان بحوالى بليونى عام ، اى انه أحدث من صوان شجرة التين ببليون سنة ·

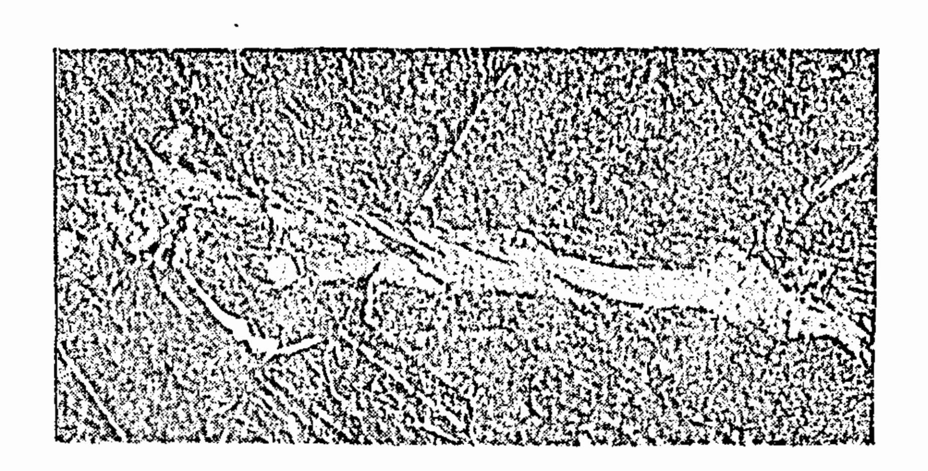
والصخر الوحيد فى تكوينات جنفلنت الذى يحتوى على حفريات مجهرية هو الصوان · وهو مثل صوان شجرة التين نتجية ارساب فى بيئة مائية كانت غنية بالسليكا · ومعظم حفريات جنفلنت ذات ابعاد ثلاثة . ومن الممكن ان ترى فيها تفصيلات تشريحية ويقال ان تركيب هذه الحفريات حفظته السليكا المتسربة من التكوينات المجاورة · وفى رايى ان الكائنات العضوية قد حفظت دون تشويه لأنها أرسبت فى وسط مليء بالسليكا الذائبة وهذه تبلورت بعد ذلك وتحولت الى صوان · كما يحفظ كائن عضوى حديث فى مادة اللدائن (البلاستيك) · ويرجع الفضل فى احتفاظ الكائنات العضوية المتحفرة بأجزائها الرخوة الى ليونة وسط السليكا المحيط بها · وهذا وضع غير عادى ولكنه مفيد لنا · ففى معظم حالات التحفر يتكون المحلول من رواسب لدنة نسبيا ومضغوطة ، مما يجعل الاحتفاظ بأى جزء من نسيجها الرخو حتى ولو فى حالة مضغوطة نادرا ·

كيف ارسبت تكوينات جنفلنت ؟ ان الصورة فى اونتاريو اكثر وضوحا منها فى ترانسفال · يبدو ان تكوينات جنفلنت قد ترسبت وتصلبت حول قاعدة من صخور مركبة تتكون من جلاميد الصخر الأخضر ومركبات الكونجلوميريت الغارقة فى الماء فى ذلك الحين · وكانت «قباب» الطحالب التى تبدو للعين المجردة فى عينات من صخور جنفلنت تنمو فوق الجلاميد · كما نمت عواميد من الطحالب عموديا فوق القباب ، وتتكون



شكل (١٣)

عينة من صوان جنفلنت من أونتاريو لها سطح محبب ٠ وهذه الحبيبات هى قمم أعمدة كونتها الطحالب حيث كانت تعيش عضويات جنفلنت



شكل (١٤)

قطاع فى صوان حيث تكوين أعمدة الطحالب ويتنــــاول فيها طبقات الكوارتز والصوان الأسود الذى يحتفظ بالحفريات مثل الكستبار

حفائرها المتبقية من تتابع طبقـــات بلورات الكوارتز الخشـــنة ورقائق الصـــوان الاسود ذات الحبيبات الناعمة (انظر الشكل المرافق) ·

وكان لى شرف العمل مع ستانلى ا تايلر من جامعة ويسكونسين فى الخمسينات، اجمع العينات من صوان جنفلنت واحللها ، ولم ينشر الا دراستين أوليتين قبل وفاة تايلر ، رغم اننا كنا نعلم ان عمله قد اضاف الى السجل الحفرى مجموعة جديدة تماما لكائنات عضوية بدائية قادرة على التخليق الضوئى · بل انه على الرغم من مرور فترة زمنية على ظهور دراسات عديدة عن هذه التكوينات ، فان المجال لا يزال متسعا لمزيد من البحث والدراسة · وقد وصلت حتى الآن ٨ اجنـــاس من نباتات جنفلنت البدائية ، تشتمل على ١٢ نوعا ، ورغم ذلك فنحن ننشر فى هذا المقال صور اشـكال جديدة لم تحدد طبيعتها بعد ·

واكثر الحفريات المجهرية شيوعا من جنفلنت ذات تكوين خيطى · ومعظمها ذات قطر يتراوح بين ٦ر٠ و ٦ر١ ميكرون ، وقليل منها يبلغ سمكه ٥ ميكرونات · وتتراوح فى الطول حتى عدة مئات من الميكرونات · ولبعض هذه الكائنات الخيطية جدران داخلية عمودية على طولها · وبعضها يفتقد هذه الجدران · وقد تكون هذه عريضة او ضيقة · وقد امكن تقسيم هذه النباتات ـ على اساس تركيبها ـ الى اربعة اجناس تشتمل على خمسة انواع · ومن بين الطحالب الحديثة التى تشبهها طحلب او ســـيلاتوريا Osclatoria ـ ما يشبهها · كما يشبه نوع منها البكتريا التى تؤكسد الحديد التى تسمى كرينوثركس Crenothrix

وهناك جنس آخر له شكل نصف كروى صغير ، يتراوح قطره بين ميكرون الى اكثر من ١٦ ميكرون · ويتراوح جداره فى السمك ، كما يتراوح فى التركيب · ومن ثم قسم الى ثلاثة انواع مختلفة وكلها تدخل تحت جنس *Huronlospora* · وقد جمع هذا الجنس من انحاء متعددة من التكوين ، ولكنه ليس موزعا فى كل مكان ·

اى أن انواع من الأحياء هذه ؟ ليس لدينا الا تركيبها لكى تحكم عليها · فقد تكون جرثومة التكاثر افرزتها النباتات الخيطية التى ذكرناها انفا · وقد يكون بعضها جرثومة تكاثر البكتريا الحديدية · وهناك احتمال أن تكون الأجسام المتحفرة لبعض الكائنات العائمة التى لم تحتفظ بسوطياتها · وربما استطاعت الدراسة ان تقرر اى نوع من الكائنات هى ·

اما الأجناس الأخرى من جنفلنت والتى درست دراســـة مستفيضة فهى تظهر تكون طحالب لا تعيش فى مستعمرات داكنة الخضرة من الكورات coccoid · وقد

صفات غير عادية • فاحدى الكائنات الحية على شكل نجمة وتتكون من خيوط متفرعة تفرعا اشعاعيا • وقطر النجمة يتراوح بين ٨ ـ ٢٥ ميكرونا . وفى حالات قليلة تتكون من خيوط متفرعة • ورغم أن افراد هذه الأجناس قليلة العدد وليست محتفظة تماما باشكالها فانها تنتشر فى كل صوان جنفلنت •

وقد أطلق على هذا الجنس اسم Eostrion أو نجمة الفجر ليدل على قدمها الكبير وعلى شكلها • وهناك نوعان منها ، أحدهما ذو خيوط غير متفرعة ، والآخر ذو خيوط متفرعة ، وليس هناك مطابقة كبيرة بينها وبين الكائنات العضوية الحديثة ، وان كانت تشبه من بعض الوجوه الكائن العضوية الذى يؤكسد الحديد والمنجنيز ، والذى يسمى Metallogenium personatium

وأما الكائن العضوى الآخر فهو غريب جدا • وتكثر حفرياته فى الصوان الذى يبدو على السطح بالقرب من شلالات كاكابيكا • على بعد ٢٠ ميلا تقريبا غربى خليج تندر • ويتكون من جسم كروى له قضيب ضيق • ويحيط به تركيب يشبه المظلة •وتتراوح نسب اجزائه الثلاثة من عينة الى اخرى • وحجم الكرة والقضيب معا، مع المظلة يتراوح بين ١٠ ـ ٣٠ ميكرونا •

وقد اطلق على هـــذا النبات اسم جنس كبابيكيا Kababekia والنوع umbellata الذى يشير الى المظلة ، اما الكائنات العضوية التى تشبهه فى الشكل فهى البوليب متعدد الخلايا • الا ان البوليبات الحديثة اكبر حجما •

ولجنس الكبابيكيا قصة ذات اهمية خاصة • ففى عام ١٩٦٤ اكتشف ساندفورد م• سيجل وهو خالى الذهن عن حفريات جنفلنت شكلا جديدا ، وجـــده فى الأحياء الدقيقة المجهرية ، بينما هو يبحث فى التربة ، عن كائن حى مجهرى يستطيع أن يتحمل الظروف الجوية المتطرفة • وكان هذا الكائن جديدا تماما لم يسبق تصنيفه • فوضع سيجل هذا الكشف بصوره المجهرية ورسومه جانبا • ثم بعد عدة اشهر نشر نبـــات السكاكابيكيا ، فلاحظ سيجل فى الحال الشبه بين ما اكتشفه وما نشر ، بين حفـرية جنفلنت وبين الكائنات المجهرية التى تعيش فى التربة •

والأحياء التى اكتشفها سيجل بطيئة النمو جدا . ولا تحتوى على كلوروفيل ويبدو أن ليسلها نواة• وربما كانت تمثل مجموعة ضئيلة جدا منالأحياء التى لانواة لها وقد وجدت أولا فى التربة الغنية بالنشادر والتى جمعت من هارلش كاسل فى ويلز ، ومنذ ذلك الحين تعرف عليها الباحثون فى تربات الاسكا وايسلنده ، وحديثا من تربات جمعت من سفوح براكين هالياكالا فى هاواى • ومن المشكوك فيه ما ان كانت من نـــوع

احياء كابابيكيا الحفرية التى يرجع عمرها الى بليونى عام · ولكن وجود مثـل هذه الكائنات الغريبة صدفة غريبة فى دراسة التطور ·

اما الجنس السادس من عضويات جنفلنت · فياتى من منطقة واحدة بالقـــرب من شاطىء شرايبر ، فى اقصى شرق الصخور قبل كامبريه البـــارزة على السطح · ويتكون هذا الكائن العضوى من نصفى كرة يتحدان فى المركز ويتراوح قطره الخارجى ما بين ٢٨ ـ ٣٢ ميكرون · ويفصل نصف الكرة الداخلى عن نصفه الخارجى مسافة يشغلها اقراص مسطحة · وقد اطلقت على هذا الكائن نصف الكروى اسم فجر الكرة Eosphaetra وعلى النوع اسم تايليرى Tyleri (تكريما لاسم تايلر)· ولا يوجد مثيل لهذا الكائن العضوى ولم يوجد ما يشبهه ايضا فى صخور ما قبل الكامبرى · وقد يعتبر هذا الكائن العضوى غلطة تطورية لم تعمر حتي منتصف عصر ما قبل الكامبرى ·

ومن يشك فى ان الكائنات العضوية التى عثر على حفرياتها فى صوان شـــجرة التين والتى يرجع عمرها الى ثلاثة بلايين سنة . فى انها تستطيع التخليق الضوئي ، فانه يستطيع ان يدافع عن مكانها السلبى كذلك · ولكن عندما ناتى الى عضويات جنفلنت وهى أحدث منها ببليون سنة ، فاننا نجد ان الادلة الايجابية طاغية · لانه اولا اثبت التحليل الكيمائى لهذه الكائنـــات والذى تم فى عدة معـــامل وجود برنتين وفيتين الكربوهيدرات ، التى يمكن تفسيرها بانها حطام الكلوروفيل ، او كيمائيات حفـــرية · وثانيا الشبه الكبير بين الحفريات الخيطية الموجــــودة بكثرة فى عضويات جنفلنت والطحالب داكنة الخضرة الحديثة التى تستطيع التمثيل الضوئى · ثالثا القبـــاب والأعمدة الصغيرة فى صوان جنفلنت التى تشبه فى تركيبها الطحالب الحديثة التى تبنى قبابا فى الميـاه الضحلة ·

وربما نضيف الى ذلك دليلا آخر وهو وجود كربون ١٢ وكربون ١٣ غير المشعين فى الكائنات العضوية التى عثر عليها فى جنفلنت بكثرة · والكربون الموجود فى ثانى أكسيد الكربون فى غلاف الأرض الجوى يتكون من ٩٩٪ كربون ١٢ و ١٪ كربون ١٣ وفى عملية التخليق الضوئى تثبت النباتات كربون ١٢ بنسبة اكبر بقليل من كربون ١٣، ولذلك كانت انسجة النباتات افقر فى النظر الأثقل · وقد قام بقياس النظائر فى المـادة العضوية توماس س · هرنج فى معامل كارنيرجى بواشنطن · كما تبين هذه النتائج أيضا ان مادة جنفلنت الفيرة أيضا فقيرة فى الكربون ١٣ . وتصل الى درجة الطحالب والنباتات الحديثة القادرة على التمثيل الضوئى · وتبين المادة العضوية التى وجدت فى شجرة التين أن نسبة كربون ١٢ الى كربون ١٣ هى نفسها النسبة الموجودة فى

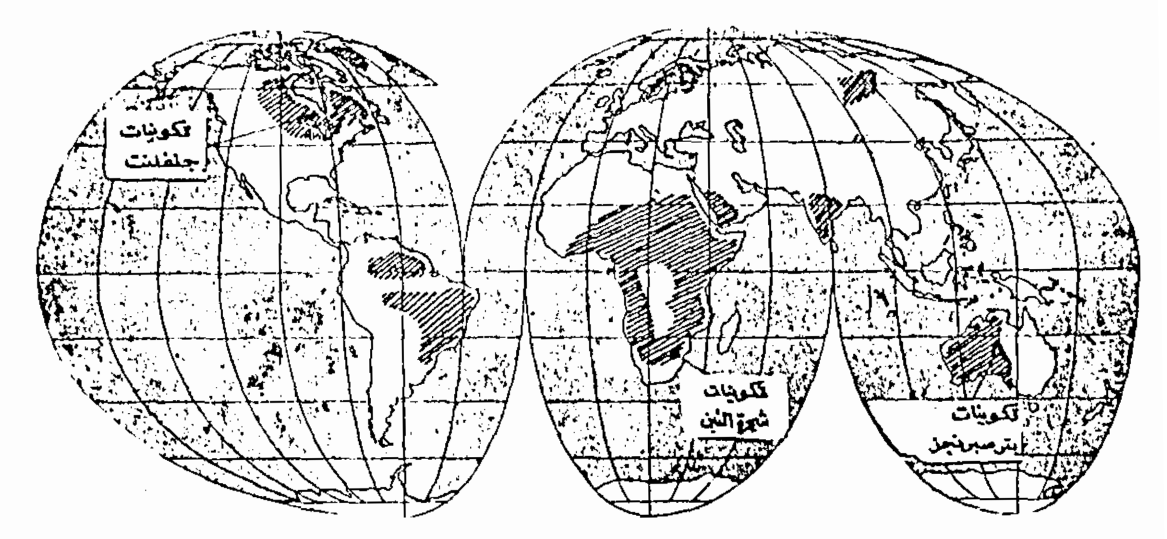
مادة جنفلنت . وهذا يؤيد النظرة القائلة أن عضويات شجرة التين الشبيهة بالطحالب كانت أيضا قادرة على التمثيل الضوئى .

ويبدو أننا نستطيع أن نستنتج انه حتى اذا كان الأوكسجين قليلا جدا فى البيئة. فى عصر شجر التين ، فان المادة العضوية التى وجدت فى جنفلنت تمثل العامل الوسيط الذى أدى الى البيئة الغنية بالأوكسجين فى نهاية ما قبل الكامبرى . وهذا تقدم هام جدا . ولكنه ليس التقدم الوحيد أو الأكثر تقدما فى عصر جنفلنت . فتنوع الأشكال والوظائف الذى يبدو فى عضويات أنواع النباتات التى عثر على حفرياتها فى جنفلنت قد عبرت العتبة التطورية الثانية . وهى عتبة التفرع والتنوع منذ أقل من بليونى عام .

أما عبور العتبة الثالثة فهى مسجلة فى عدد من تكوينات ما قبل الكامبرى تتكون من الحجر الجيرى والرملى والدولوميت ، وجدت على الحافة الشمالية ، اماديوس Amadeus فى الاقليم الشمالى باستراليا . ومن هذه تكوينات بتر سبرنجز ، حافة صخرية فى منطقة نهر روس ، تتكون من صخور طباقية فى أجزائه الدنيا والوسطى . وتظهر التكوينات على الصخر وهى تتكون من الصوان الأسود وصخور صفائحية وتحتوى على حفريات مستعمرات الطحالب .

ولا يعرف عمر هذه التكوينات . وتقع طبقاتها السطحية أدنى بنحو ٤٠٠٠ قدما من أدنى صخور منطقة نهر روس . وهى على الحدود بين صخور ما قبل الكامبرى وصخور عصر الكامبرى . والتاريخ المتفق عليه لبدء عصر الكامبرى هو ٦٠٠ مليون سنة ، ومن ثم كانت طبقات الصوان فى الجزء الأدنى من بتر سبرنجز أقدم من ذلك عمرا بكثير . كما أن هذه التكوينات تقع أسفل رواسب ما قبل الكامبرى المعروف أن عمرها ٨٢٠ مليون سنة على أساس حساب معدل الروبيديوم الاسترنتريوم بها . وأظن أننا نستطيع القول بأن عمر صوان بتر سبرنجز حوالى بليون سنة . وهذا يجعلها فى منتصف عمر صوان جنفلنت وأقل من ثلث عمر صوان شجرة التين وقد جمعت عينات من هذا الصوان فى أبريل ١٩٦٥ واضفتها الى ما جمعته من شجرة التين لدراستها مع شوبف .

والدراسة الأولية للحفريات المجهرية المأخوذة من صوان بتر سبرنجز تبين أنه كان يعيش فى البحار الضحلة والخلجان التى كانت تحتل شمال استراليا على الأقل أربعة مجموعات عامة من النباتات وذلك فى أواخر عصر ما قبل الكامبرى . وكانت النباتات ـ كما كنا نتوقع . تشتمل على طحالب خيطية داكنة الخضرة قريبة من الطحالب المعروفة باسم أو سيلاتوريا ونوستوك Nostoc . ويبلغ طول بعضها ٧٥ ميكرون وسمكها ٤ر١ فى الوسط وتستدق الى أقل من ميكرون واحد .



تحتل صخور عصر ما قبل الكامبرى مناطق نويات القارات التى اثرت فيها عوامل التعرية · وبعضها يتكون من رواسب متراكمة ، وصل بها التحول بفعل الحرارة والضغط حدا جعل الحفريات فيها تمحى · وبعضها اقل تحولا نسبيا · ومن ثم غنية بالبقايا العضوية · ويظهر فى الخريطة ثلاث من مناطق تكوينات ما قبل الكامبرى ·

وكان اكثر الاكتشافات اثارة ما وجدناه فى دراستنا المبدئية للمجموعات الثلاث الباقية · وهى جميعا ـ حسب تركيبها الداخلى الذى احتفظ به ـ تمثل انواعا متعددة من الطحالب الخضراء · والطحالب الخضراء بعكس الزرقاء (الداكنة الخضرة) ذات نواة Eukaryotic وهذا يدل على أن صوان بتر سبرنجز يحتوى على أقدم دليل حفرى يدل على وجود كائن عضوى قادر على التكاثر التناسلى ، او على الأقل له نواة ·

وعندما انتهى شبوف من تحليله لعينات بترسبرنجز عام ١٩٦٨ استنتج انها تمثل ثلاثة انواع من أشباه البكتريا ، اثنان منها يحتمل انها تمثل طحالب داكنة الخضرة ، وجنسان من المؤكد انهما من الطحالب الخضراء ، وجنسان مؤكدان من الفطرة Fungi ونوعان غير معروفين · وقد تصادف أن حفريات عدة عينات من مراحل الانقسام المختلفة قد حفظت بشكل حفرى لواحد من الطحالب الخضراء Glenobotrydion · وبترتيب هذه العينات ، يستطيع أن تتبع عملية الانقسام كلها (انظر الشكل المرافق) ·

وباكتشاف نباتات ذات نويات خلوية Eukaryotic ظهرت فى أواخر ما قبل الكامبرى نكون قد شارفنا على الانتهاء من قصتنا · وظهور حفريات هذا النبات الأولى المكون من خلايا ذات نويات يفسر أحد ألغاز تطور الحياة على الأرض · لماذا لم تظهر مثل هذه المجموعات من العضويات الأعلى فى السجل الحفرى الا بعد ان كان قد انقضى سبعة أثمان الزمن الجيولوجى · وهذا سؤال وجيه على ضوء ما تعرف من الحيوانات متعددة الخلايا ، والطحالب الأرقى التى ظهرت فى زمن الحياة القديمة ·

وكان التفسير الشائع حتى وقت قريب لندرة الكائنات العضوية المتقدمة والحيوانات متعددة الخلايا بصفة خاصة قبل العصر الكامبرى هو ندرة الأوكسجين الحر فى كل من الغلافين الجوى والمائى · وكان لابد من مرور الوقت حتى تستطيع الأحياء ذات النواة Prokaryotic أن تكيف نفسها للحياة فى بيئة بدات تمتلىء بهذا العنصر الحيوى للتفاعل · وكان الأمر يحتاج أيضا لمرور وقت يسمح للاوكسجين ان يغادر الغلاف المائى حيث تعيش الطحالب القادرة على التمثيل الضوئى ويدخل الغلاف الجوى ليكون درعا واقيا من الأوزان (٣١) بين سطح الأرض واشعاع الأشعة فوق البنفسجية القاسى · وبدون هذا الدرع تستحيل الحياة فى المياه الضحلة او فى الأرض الجرداء ·

وكانت البيئة قليلة الأوكسجين عقبة فى سبيل حياة الأجيال التى تعتمد عليه فى حياتها · وهناك أدلة تضاف الى تكوينات ما قبل الكامبرى المتأكسدة تدل على ان الغلاف الجوى بدأ يوفر قدرا كافيا من الأوكسجين يسمح بتكوين درع ما من الأوزون قبل نهاية ما قبل الكامبرى · ويدل على ظهور الخلية ذات النـواة ما عثر عليه من طحالب فى تكوينات بتر سبرنجز ، وهذا يفسى تاخر ظهور الكائنات العضوية الأعلى حتى وقت متأخر عن ذلك · ومفتاح التقدم التطورى هو التنوع الجينى genetic وطريق هذا التنوع فى المورثات هو التكاثر الجنسى ، حيث يحدث اكثر من توافق بين مورثات كل من الأبوين وما يستتبع ذلك من نتائج ، بما فيها ازدياد وتعقد الكائن الحى فى تركيبه وفى وظائفه ، على كل المستويات العضوية ، وفى كل مراحل التطور بعد ذلك ·

زمن الحياة الحديثة
زمن الحياة الوسطى
زمن الحياة القديمة

تطور عضوى سريع

تكاثر جنسى
خلايا نووية
تكوينات بتره-مرنجز

بكتريا
طحالب داكنة الخضرة
فطـر ؟

ما قبل الكامبرى الأعلى

تكوينات جنفلنت
بكتريا

ما قبل الكامبرى الأوسط

التمثيل الضوئى

خلايا غير نووية
بكتريا تكوينات شجرة التين
طحالب داكنة الخضرة

تطور عضوى بطىء
تطور كيميائى

ما قبل الكامبرى الأسفل

تكوين الأرض

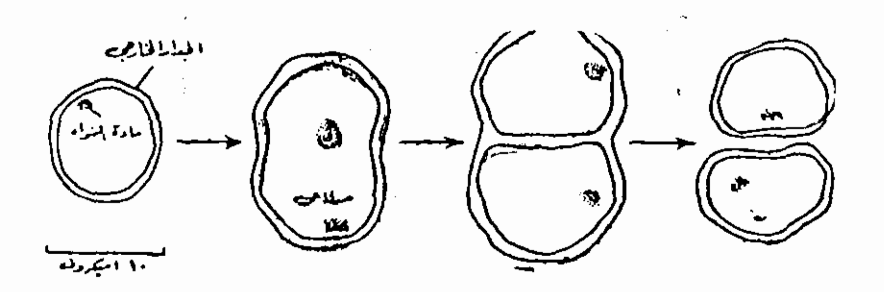
بليون السنين قبل الوقت الحاضر

تكوين الأرض

التطور العضوى موضح فى هذا الشكل على انه مراحل متعاقبة قصيرة من التقدم البيولوجى · عصر ما قبل الكامبرى أطول العصور واقدمها بدأ عندما بدأت الأرض فى التكوين منذ ٤٫٥ بليون سـنة وانتهى منذ ٦٠٠ مليون سنة مع بدء زمن الحياة القديمة ويبين الشكل الملون ازدياد الأنواع وتفرعها · فمنذ أن بدأ الكائن العضوى المكون من خلية ذات نواة يتطور، تسارعت عملية التطور وتقدمت فى أواخر عصر ما قبل الكامبرى · وكان تكاثر الأنواع أشبه بالانفجار ·

هذه العقبات الثلاث التى تفصل عالم الخلايا البدائية من غير ذوات النواة . من عالم الخلايا ذات النواة حيث يمكن التكاثر الجنسى . لابد وانها قد عبرت فى وقت سبق تكوين صوان بتر سبرنجز بعهد بعيد . ولم ينقض اكثر من نصف بليون سنة حتى كانت بحار زمن الحياة القديمة قد امتلأت بانواع عديدة من الحيـــوانات والنباتات المائية . تطورت من أسلاف نجحت فى عبور هذه العتبات الثلاث فى عصر ما قبل الكامبرى . ولكن نصف بليون سنة لا يعد زمنا كافيا ليفسر تطور الأحياء بهذا القدر . وهنـــاك ادلة تشير الى ان هذا التطور قد بدأ فى عصر تكوين صوان جنفلنت .

وليس صوان شجرة التين أو جنفلنت او بتر سبرنجز هى مصادر حفريات ماقبل الكامبرى الوحيدة . ولم يكن تايلر او شويف أو انا هم الوحيدون الذين بحثوا هذا حوالى قرن . ولكن البحث تحول من اهتمام سابق « بالحدود » الغريبة التى كان يقال انها تفصل بين ما قبل الكامبرى وما بين بدء زمن الحياة القديمة . فنحن وزملاؤنا من اقطار اخرى نهتم بدراسات وملاحظات نأمل عن طريقها ان نصف بدقة حتى تفاصيل الحفريات الخلوية نفسها . وهذا ميدان يحتاج لكل مستويات الملاحظة من الماكروسكوب الى المجهر الألكترونى . ويتفق معنا الباحثون الآخرون ان البحث فى الخطـــوات الأولى لتطور الحياة يجب أن يتجه نحو التركيب الذى لم يحظ بعد بما يستحقه من عناية . ولا يزال السجل الحفرى لعصر ما قبل الكامبرى ضئيلا . الا أن ثغرات هامة فى البحث قد تم ملؤها . بل ربما اختفت تماما فكرة الحدود بين ما قبل الكامبرى من تاريخ تطور الحياة على الأرض .



انقسام الخلية . كائن خلوى له نواة . طحلب اخضر من جنس
يظهر فى صوان عمره بليون سنة موجود فى بتر سبرنجز فى استراليا .
وقد أعاد ا . وليم شويف ما حدث فى الرسم الاسفل . وقد عمل هذا الرسم
مستعينا بما رآه فى الحفرية من مراحل انقسام الخلية . وهذا يدل على
ان بداءة التطور الذى ادى الى التكاثر الجنسى وتنوع المورثات قد خطت أولى
خطواتها فى ذلك الوقت ان لم يكن من قبل

هناك ملحوظتان قد تهمان الذين يبحثون مثلى عن الأسباب الأولى ، مهما كلفهم ذلك من شطط . ويرى بعض علما الأحياء ان الأعضاء الدقيقة فى الخلايا غير ذات النواة ربما كانت احياء مستقلة تعيش عالة داخل خلايا اخرى . وليس معروفا ان كانت استجابة الضيف لهذا المضيف هو اعادة توزيع الســـــيتوبلازم لتكون نواة ام لا . فاذا كان التطفل هو الخطوة الأولى نحو تطور الخلايا غير ذات الخلايا الى خلايا ذات خلايا ، فان دراسات عضويات جنفلنت تشير الى شىء شبيه بهذا وهناك دراسة قدمها لين مارجوليس من جامعة بوسطن يوضح فيه كيفية تحول البكتريا والطحالب الى مادة خلية من غير ذات الخلايا . ويؤيد هذا الباحث رايه بدراســـة تفصيلية لحفريات ما قبل الكامبرى .

وقد وجد علماء الفلك والفيزياء فى السنوات الأخيرة على أن ذرات الهايدروكسيل OH وأول اكسيد الكربون CO والنشادر NH2 وســـــيانيد اليهدروجين HCHO قد تكونت فى أقصى انحاء الفضاء . وحتى الآن ، لم يوجـــد ســـوى الكوندريت الكربونى Carbonaceous chondrites فى نوع غريب من النيازك ، وهذا هو اقصى ما عثر عليه من مركب كيمائى فى الفضاء . ولم يوجد حتى الآن مادة اخرى من الكوندريت الكربونى فى ظروف تنفى كونه قد انتقل عن طريق التلوث من عضويات ارضية . ومن ثم فقد ظل هذا السؤال ملحا ولا سيما وانه هام فى تكوين حامض النشادر ، المادة الأولية للحياة ، والذى بدونه تنتفى الحياة على سطح الأرض . وقد تم اخيرا القيام بعدة عمليات معملية معقدة لتحليل نيزك سقط فى مارتشيزون بجنوبى استراليا فى سبتمبر ١٩٦٩ . وقد نجح بونانبيرونا Ponnaperuna وزملاؤه فى مركز آخر للابحاث ، بالاشتراك مع ا. مور من جامعة قريزونا وايان ر. كابلان من جامعـة كاليفورنيا فى لوس انجليس فى اثبات وجود احماض النشادر خارج الكرة الأرضية . وليست كمية احماض النشادر التى استخلصت من نيزك مارتشيزون كبيرة فقط ، بل بعضها غير معروف فى الأحياء الأرضية ، ومن ثم فلا يمكن أن تكون قد انتقلت اليهـا عن طريق العدوى .

وسيفتح هذا الكشف عالما جديدا من التطور الكيمائى ، عالم من الخلق الذى لم يتم فى الأرض ، بل فى الفضاء ، عالم يبحث عن الأجسام الفضائية الغنية بمـــواد عضوية . وهذا الكشف يعيدنا الى ما بدانا به هذا المقال . الا وهو التطور الكيمائى للمادة العضوية ، الذى مهد لنشاة الحياة على الأرض ، والذى يبدو انه بدأ فى مكان آخر خارج مجموعتنا الشمسية . فعلى عالم الأحياء القديمة وعالم الأحياء لكى يعرفا المراحل الأولى للتطور العضوى أن يرجعا الى عالم الكيماء وعالم الفيزياء الكونية .

٦ ـ حيوانات ما قبل الكامبرى

مارتن ف · جلايسـز

مارس ١٩٦١

حتى وقت قريب كانت حفـريات الكائنات العضوية التى عاشت قبل عصر الكامبرى اى قبل ٥٠٠ ـ ٦٠٠ مليون سنة نادرة · اما الآن فقد عثـر على ثروة من هـذه الحفريات فى جنوب استراليا ·

تحتفظ الطبقات الرسوبية التى ترسبت خلال الزمن الجيولوجى بسجل غنى من الكائنات العضوية التى تتابعت على الحياة فى سطح الأرض · وهـذه الحفريات المدفونة فى الصخر تدع جانبا الستين مليون سنة الأخيرة أو زمن الحياة الحـديثة ـ أى زمن الثدييات · اما الطبقات الأسفل منها فهى تشتمل على حفريات تؤرخ للمائة وخمسين عاما السابقة ـ زمن الزواحف · وقبل هذا جاء السجل الاكبر ، سجل زمن الحياة القديمة الذى عبر عصر البرمائيات وعصر الاسماك وعصر اللافقاريات · ثم ينطمس سجل الحياة فجاة وبدون ما سبب . وتقودنا الطبقـات فى ظلمات التاريخ

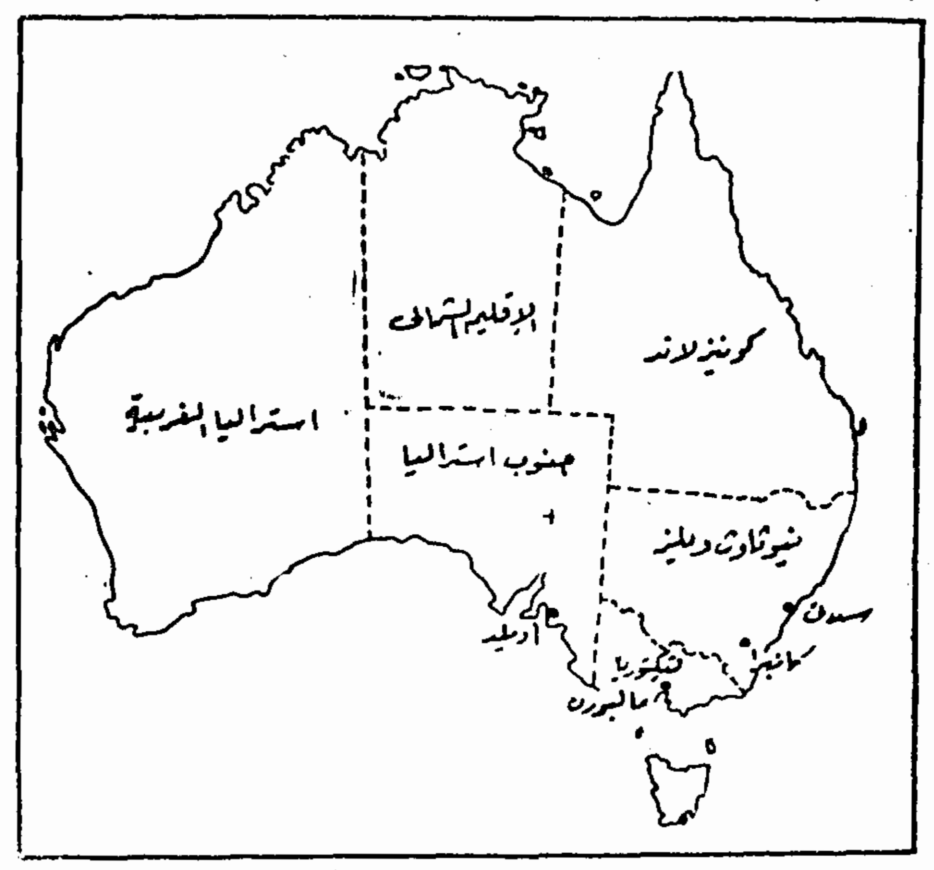
الجيولوجي البعيد الى ٥٠٠ و ٦٠٠ مليون سنة . وذلك فى العصر الكامبرى من زمن الحياة القديمة حيث تنوع كبير فى الحياة البحرية · الا ان السجل تبهت معالمه فى قاع العصر الكامبرى · ولا تزال هناك رحلة طويلة فى الماضى ، حتى بدء ترسيب الطبقات أى ألفى مليون سنة أخرى ، هنا فى طبقات عصر ما قبل الكامبرى ، لا نجد الا آثارا حفرية قليلة فيما عدا الطحالب وأشكال بسيطة أخرى من الحياة · ويكاد عصر ما قبل الكامبرى أن يكون خلوا من الحفريات ، ضنينا بأى بارقة تدل على أصل الأحياء غير الفقارية ·

ويزداد السجل الحفرى بالضرورة غموضا كلما امعنا فى الماضى · فالطبقات الاقدم اكثر عمقا ، واكثر تعرضا للتحول والتغير من الطبقات الأحدث · بل اننا نتوقع حفريات فى الطبقات الأحدث ولو أصابها التغير او اصابتها عوامل التحات والتعرية والعمليات الجيولوجية المختلفة ، اكثر مما نجده فى الطبقات الحديثة · الا انه توجد عمليات جيولوجية تؤثر فى سطح الأرض باكملها · فنجت بعض تكوينات ما قبل الكامبرى من مثل هذا التغير ، كما أن صخور الكامبرى الأسفل تغيرت فى بعض الأماكن دون الأخـرى ·

ويبدو انقطاع السجل الحفرى فى الحدود الفاصلة بين طبقات الكامبرى وطبقات ما قبل الكامبرى لبعض الباحثين تناقضا عظيم الأهمية · وقد تقدموا بعدة تفسيرات مختلفة لهذا اللغز ، من بينها حدوث كوارث كونية أو افتراض زمن مر دون ترسيب ، أو وجود محيطات خالية من الحياة ، أو أن احياء ما قبل الكامبرى كلها كانت تعيش على سطح الماء ، ولم يعش منها شىء فى قاع البحر او على شطآنه ·

واخيرا لم يعد هناك ما يدعو للتخمين بعد اكتشاف رواسب غنية بالحفريات فى تلال ايدياكارا Ediacara Hills فى جنوب استراليا · وقد عثر على اول حفريات ما قبل كامبرية فى هذا الموضع عام ١٩٤٧ ، وكان صاحب هذا الكشف هو الجيولوجى الاسترالى ر·س· سبرك R.C.Sprigg فقد وجد فى الصخر الرملى يظن انها ترجع الى اولى طبقات عصر الكامبرى عددا متنوعا من حفريات الأسماك الهلامية · ثم تابع كشوف سبرج جيولوجيون اخرون بقيادة سير دوجلاس موسون الذى عثر على طوابع لشبه نباتات يبدو انها طحالب · وبعد ذلك بوقت قصير عثر هاويان هما بن فلوندرز وهانز منشام على عدد كبير مما اعتقد انه طوابع اسماك هلامية ، ليس هذا فقط بل عثرا على طوابع ديدان ومسارات ديدان وطوابع لحيوانين مختلفية لا يشبهان اى حيوان معروف من الأحياء أو الأحياء القديمة · وقد حفـزت هذه الكشوف المتحف الاسترالى والجامعة على أن يقوما بأبحاث مشتركة فى المنطقة · وتبين دراسة المنطقة أن الصخور الغنية بالحفريات تقع أسفل اقدم طبقات للكامبرى · واذا اخـذنا فى

الاعتبار هذه الكشوف مع طبيعة النباتات التى تمثلها الحفريات . والشبه الواضح بينها وبين حفريات جنوب افريقيا التى عثر عليها قبل الحرب العالمية الأولى ، وما عثر عليه أخيرا فى انجلترة ، فاننا نستطيع القول أن هذه الحفريات جميعا ترجع الى زمن ما قبل الكامبرى ٠



اماكن طبقات بها حفريات من عصر ما قبل الكامبرى ، تلال ايدياكارا (+) على بعد ٣٠٠ ميلا شمال اديليد ٠ وقد قام الجيولوجى ر٠س٠ سبرج بأول اكتشاف هنا ٠

وقد عثر حتى الآن على ٦٠٠ عينة من تلال ايدياكارا ٠ ولا تشمل الحفريات اسماكا هلامية فقط تمثل ٦ أو اكثر اجناس ، بل أيضا مرجانا لينا قريبا من المرجان الحالى ، وديدان فصية ذات دروع قوية على رءوسها ٠ وحيوانات متماثلة تماثلا نصفيا غريبا تشبه ديدان اخرى معينة ، وهذه الديدان والحيوانات لا تشبه شيئا نعرفة من عالم الأحياء ٠

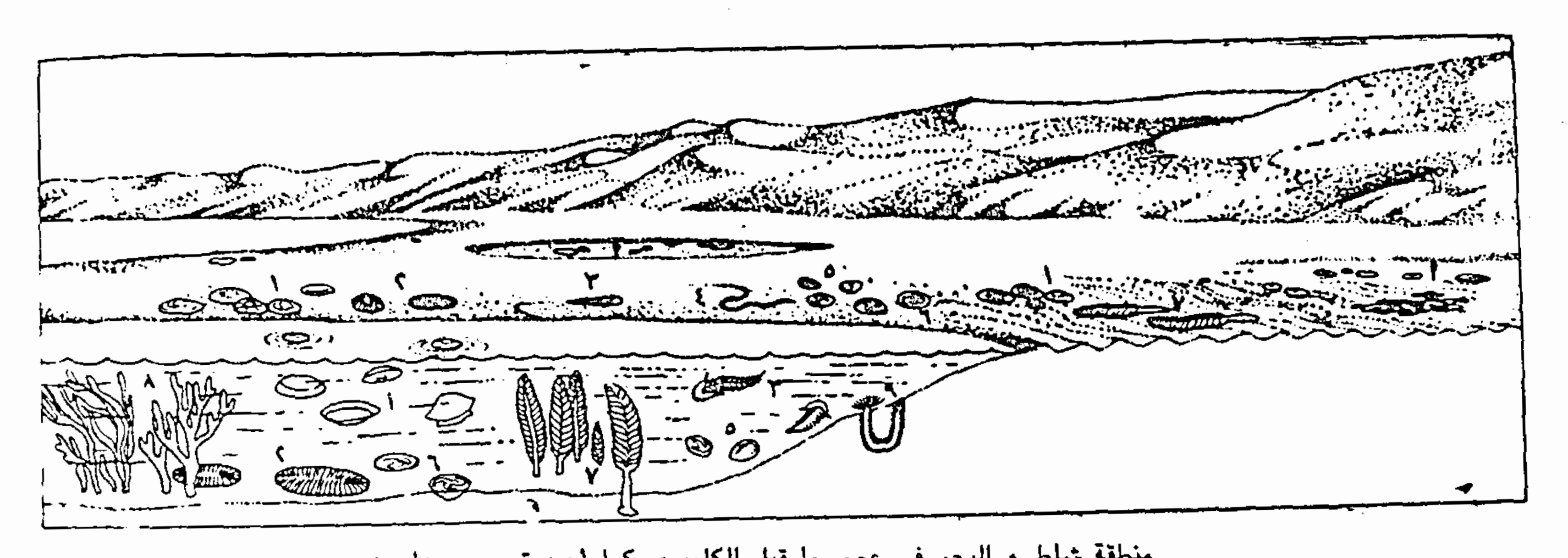
وكل هذه الأحياء ذات اجسام لينة ، وليس لأى منها قواقع صلبة ، ولم يكن هناك شىء يحمى هذه الأجسام اللينة سوى أبر من كربونات الكلسيوم التى لعبت دور الوقاية

البدائية • وكلها بطبيعة الحال حيوانات بحرية بعضها كان ثابتا فى القاع وبعضها كان زاحفا وبعضها كا طافيا • ويرجع الفضل فى حفظها الى ظروف غير عادية وان لم تكن فريدة • فقد كانت هذه الأحياء تعيش او تنعزل فى مسطحات الطين فى المياه الضحلة • وقد طبعت اجسامها فى الرمال المتحركة التى كانت تطغى على المسطحات الطينية الرطبة ، وظلت محتفظة بها كطوابع فى الحجر الرملى . وبصفة خاصة فى السطوح السفلى من طبقات الحجر الرملى • وهكذا تكونت اول صورة للحياة فى بحار عصر ما قبل الكامبرى الضحلة •

وطبيعة هذه الكائنات الحية الرخوة تبرر الاسم الذى اطلق على عصر ما قبل الكامبرى وهو عصر الأسماك الهلامية • وهذا التعبير يطلق على عدد كبير متنوع من الأحياء . والتى يرجع اكثرها شيوعا الى قبيلة الجوفمعويات coelenterate وهذه القبيلة تتخذ أحيانا شكل الأسماك الهلامية واحيانا شكل البوليب • وقد ركز سبرجل على السمك الهلامى المسمى قنديل البحر mendusoid • ورتب بعضها فى قسمين واربع فصائل لها ما يمثلها فى الأحياء الحالية . ووضع اكثرها شيوعا وهى التى أسماها ديكنسونيا Dickensonia فى موضع محير بالنسبة للاحياء الحالية• ولكن الدراسة التى تمت بعد ذلك تثبت الا علاقة بين قناديل البحر قبل الكامبرية وقناديل البحر الحالية بأى شكل من الأشكال •

وقد نالت الأحياء التى تشبه اوراق الشجر والتى أسماها سبرج طحالب اهتماما اكبر • ولهذه الأوراق عنق يبلغ طوله ١٢ بوصة وعرضه ثلاثة بوصـات • وطول الجسم يصل الى تسع بوصات طولا ، ٥ر٤ عرضا • وتمتاز بوجود اهداب تخـــرج من وسطها • اوحزوز تنتصفها • (أنظر الشكل ولا يحفل اى طحلب حديث هـــذه الصفات • وتظهر طبيعة هذه الحفريات الحقيقية فى طوابع الشوكيات فى عنق الورقة، وفى حواف اهدابها • وهذا يشير الى نوع من المرجان يعيش فى الوقت الحاضر ولكنه لين ، ويضع الحفريات فى رتبة الجو فمعويات فهو أقرب اليها منه الى النباتات •

وهناك مجموعة من المرجان الحديث اسمه اقلام البحر **Pennantulacea** **له أشواك** وعنـــق وأهداب • ولهذا تبدو الحفرية من اقلام البحر . وهى عادة نادرة فى السجل الحفرى • والفرق بين اقلام البحر قبل الكامبرية ومثيلاتها الحديثة ضئيل ، اذا أخذنا فى الاعتبار تطور حدث خلال ٦٠٠ مليون سنة • ففى اقلام البحر المرجانية الحديثة اما ان تنفصل الورقة بفجوة عميقة الى جزئين متحركين . أو تشكل جسم الحيوان كلهـا مثل الطبق اما فى الحفرية فالحواف الجانبية تنفصل عن جسم الحيوان بفجوات عميقة وليس بفتحات • والفتحات المرجانية من الصغر بحيث لا تبدو فى طابعها الذى ترك فى الحجر الرملى عندما تتحجر •



منطقة شاطىء البحر فى عصر ما قبل الكامبرى كما أعيد تصـــورها من الأحياء · ويرى بعضها وقد أحيط به فى حفر طينية جفت (١) أو على رمال الشاطىء حيث تحولت الى حفريات · وغيـــرها (أعلى ـ يسار) فى الرمل والماء كما لو كانت فى حوض مائى · وهى مخلوقات هلامية (١) شبيهة الدودة ديكونســـونيا ، (٢) الدودة الحلقيـــة سبريجينا فلوبدرمى ، (٣) آثار ديدان (٤) بارفانكورينا ، (٥) وهى تشبه حيوانات أخرى معروفة ترابراشيووديوم ، (٦) وهو نوع آخر غيـــر معروف · وطحالب وسفنجيات ، (٨) ودودة فى حفر (٩) ·

هذه الحفريات الاسترالية تشبه ما عثر عليه الجيولوجيون الالمان قبل الحرب العالمية الأولى فى جنوب غرب افريقيا · واطلق على هذه الحفريات اسم رانجيا Rangea , Pteridiniun · كما تشبه حفريات ما قبل الكامبرى التى عثر عليها أخيرا فى انجلتره وسميت تشارينا ماسونى Charnia masoni بعض اقلام البحر الاسترالية ·

وكان من اهم ما عثر عليه فى طبقات ما قبل الكامبرى فى جنوب استراليا ديدان صغيرة أطلق عليها اسم Spriggina flounderis على اسم مكتشفها · وهى ذات جسم ضيق مرن جدا طوله ١½ بوصة وراس تشبه حدوة الحصاة وله درع واربعون زوجا من البروزات الجانبية · تنتهى بشوكة تشبه الابر · وتخرج على جانبى الراس خيطان رقيقان وخيط ثالث من الحلقة التالية للراس · (انظر الشكل المرافق) ·
ورغم ان مثل هذه الديدان لا وجود لها الآن الا انها تشبه بعض حفريات أقلام البحر Tomopteridae وهى لها راس مشابهة لها ، وان كانت اكثر عرضا وجسم شفاف مستطيل وبارابوريا تنتهى بمجاديف مفلطحة هذه الديدان الحديثة لم تعتبر بدائية أو قديمة الأصل بسبب تكيفها لحياة العوم ولانها مزودة بمجاديف لهذا الغرض · الا انه يبدو الآن انها منحدرة مباشرة من اصل قديم جدا · وشكل ديدان ما قبل الكامبرى يوحى بانه ربما كانت ذات قرابة بالمفصليات arthropods مثل التريبوليت المندثرة الآن ، والتى ظهرت لأول مرة فى أعداد كبيرة فى عصر ما قبل الكامبرى · وكل هذه الحيوانات المتاخرة تمثل تقدما كبيرا بالنسبة للتركيب التشريحى للجوفمعويات

واكثر الحفريات شيوعا فى موقع ايدياكارا ، هى الديكنسونيا Dickensonia التى تتمثل فى اكثر من ١٠٠ عينة ، وهى يمكن ايضا مقارنتها بالديدان الحديثة · واجسامها المتحجرة تلفت النظر بشكلها الغريب · فهى ذات شكل بيضاوى الى حد ما متماثلة التكوين ، وتغطيها حافات متقاطعة وحزوز ذات شكل متميز ويتزاوح حجم اجسامها وتتنوع حزوزها وحافاتها بشكل كبير حتى ان سبرنج حاول ان يميز من بينها انواعا مختلفة على هذا الأساس · وقد وجد فى واحدة منها استكشفت حديثا اكثر من ٢٠ حافة ، وقد يكون فى بعضها عدد اكبر يصل الى ٥٥٠ · وتتراوح ايضا فى الطول ما بين ربع بوصة الى قدمين · وتدل الطوابع الحفرية المختلفة والعينات المطمورة منها على انها كانت ذات اجسام رخوة ، فليس هناك دليل واحد على أنها كانت ذات أصداف · وهى تشبه بشكل غامض بعض الديدان المفلطحة التى تعيش اليوم ومنها جنس غريب من الديدان الحلقية ، تشبهها فى حافاتها ، وفى امتداد اهدابها شبه القدمية · وهذا التشابه لا يثبت شيئا · ولا سيما وليس لدينا اى اثر للعيون او الاقدام أو الامعاء فى هذه الحفريات ، ولكن هناك امل فى ان نعرف كنه هذه الحفريات ·

وهناك أمل أقل فى أن نضع فى شجرة المملكة الحيوانية الشكلية الكاملية اللذين عثر عليهما فى تلال ايدياكارا • وقــد أطلق عليها اسم Paravancorina وكانت العينــة الأولى منهــا ضــئيلة . ولــكن وجــد على غيرها فيمـا بعد ويصل طولها الى بوصة • ووجد على جانبى حافة ظهر واحدة منها علامات مائلة ، كما لو كان للدودة أرجل أو خياشيم تحتها • وهنا أيضا نجد عينات مطوية أو مشوهة مما يدل على انها كانت رخوة •

اما المخلوق الثانى الجديد تماما ، فهــو أعجب • وقــد أطلق عليه اسم Tribrachidium ذات الأذرع الثلاثية • ولها ثلاثة أذرع متشعبة متساوية الطول ينتهى كل منها بخطاف • ولم يكتشف شىء شبيه بها من بين ملايين العينات من الديدان والحيوانات • وهى لا تشبه شيئا سوى الأرجل الثلاث المنحنية التى تمثل شعار جزيرة مان •

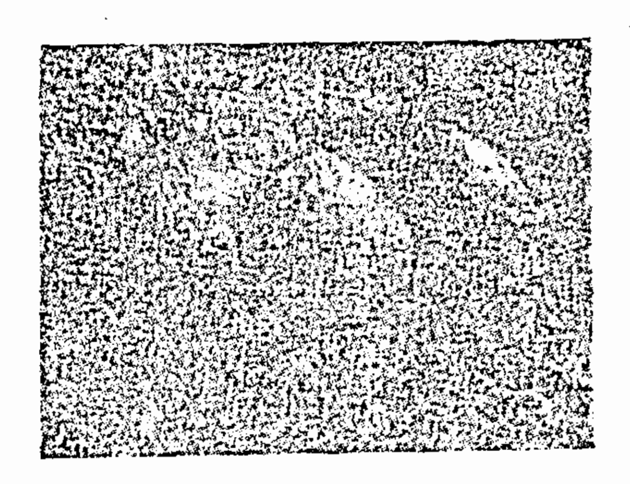
كل هذا يدل على أن حفريات استراليا الجنوبية تشير الى صورة عامة غير كاملة للبيئة فى عصر ما قبل الكامبرى • وهذه المجموعة من الحفريات ليست سوى صورة أو عينة من الأحياء التى كانت تعيش فى ذلك الوقت • والحيوانات التى تطمر معا فى قطع من الحجر الرملى لا تدل أنها كانت بالضرورة تعيش معا • فبعضها ، اذا كانت حقا من الميدوزات كانت تطفو فوق مياه البحر وغيرها مثل الديدان المسماة سبريجينا Spriggina ، بأرجلها المتعددة وجسمها المقوس ، كانت تعوم بحرية • اما ديكفسونيا Dickensonia فقد كانت أيضــا شاملة عائمــة ، هى وبافاكورنيا Pavacorina • ولا بد وأن أقلام البحر الضئيلة التى تشبه الشجرة ، وهى تحرك ارجلها المرنة ، كانت تغطى أجزاء من قاع البحر الضحل • أما فيما عدا ذلك فكانت هناك شبيهة ديدان الأرض التى تركت آثارها . وكانت تزحف فوق الرواسب وفى داخلها وكانت تتغذى على المواد العضوية المتحللة • وكانت هناك أيضا ديدان تقطن الحفر ذات الشكل الذى يشبه حرف U والتى وجدت آثارها الحفرية ، وكانت أيضا تتغذى على الكائنات الدقيقة فى الرواسب ، كما كانت تتغذى على الهائمــات البحرية التى لــم تترك أى آثار فى الرواسب • وربما كانت Tribrachidium تشبه الكائنات التى تصطاد البلانكتون حول فم القواقع ذراعية القدم أو المسرجيات brachiopods والمرجان المنمنم bdyzoa وبعض الديدان • واذا كــان هــذا صحيحا فربمـا كــان الترابراكيديوم من قاطنات القاع ، وربما كانت تستقر فوق فوهات مخروطية تركت لنا منها بعض الطوابع •

وتوجد أيضا فى طبقات ايدياكارا حزم من حفريات تشبه الابر . ولما كانت هذه من صفات الاسفنج ، فلابد وأن هذه الأحياء من ساكنات القاع كانت موجودة وربمـا وجدت أيضا حلزونات وقشريات صغيرة مع بعض الأوليات (البروتوزوا) وافورامنفرا

مثقبات واردیولاریا (شعاعیات) ، ولكن ربما كانت أصغر أو اضال من أن يحتفظ بها .
كما أن الحياة النباتية لم تترك اى اثر .

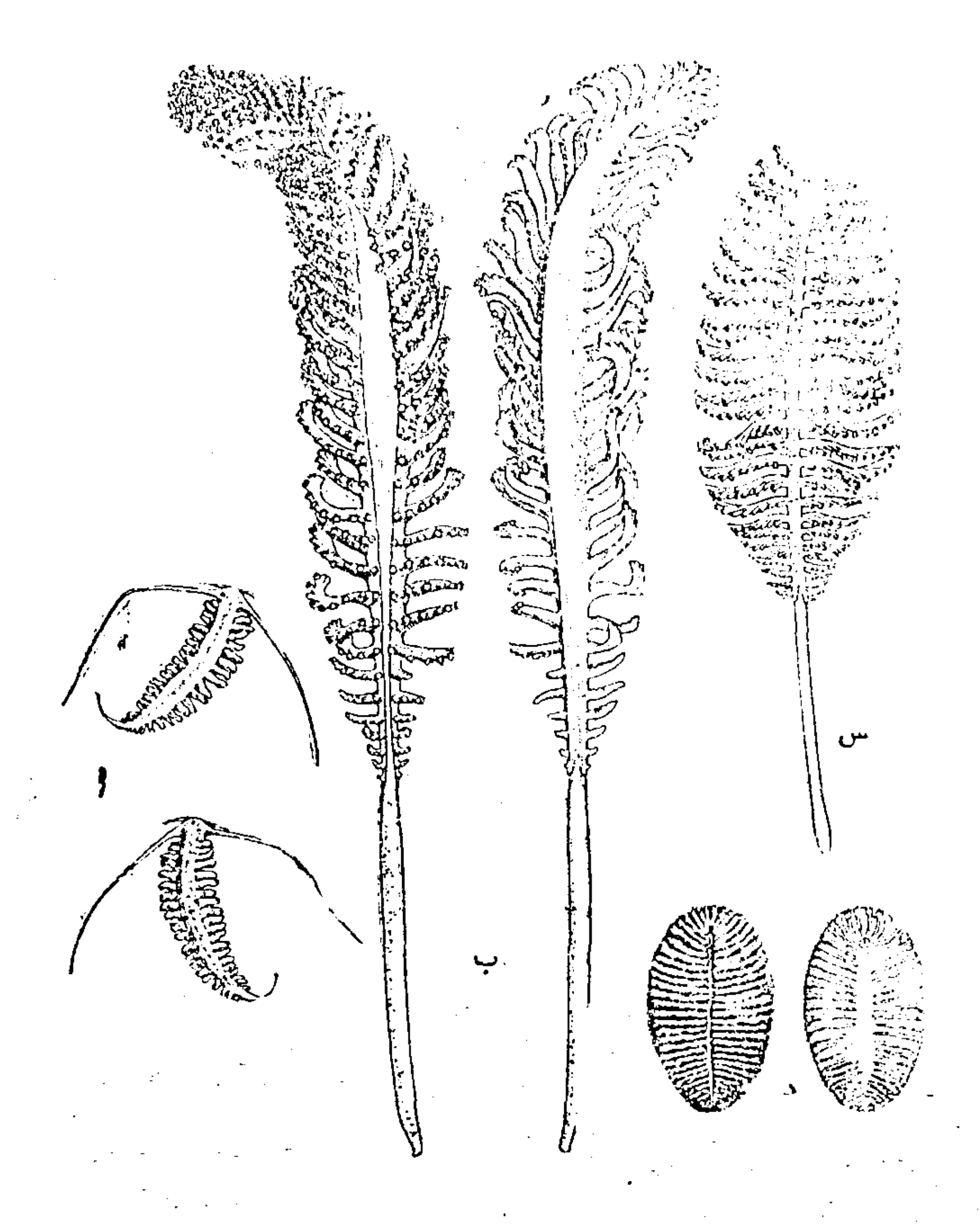
واثر الديدان هى الحفريات الوحيدة التى تبين بما لا يدع مجالا للشك انالحيوانات كانت تعيش حيث وجدت بقاياها . وعلى هذا كاد تتعيش الاسبرجينا والديكنسونيا والبارفنكورينا فوق الرواسب او داخلها . وهى ممثلة بافراد تتراوح فى الحجم وفى مرحلة النمو ، مما يدل على انها ماتت فى نفس المكان اكثر مما تدل على انها نقلت من بعد ثم طمرت . ومن ناحية اخرى ربما كانت الأسماك الهلامية قد احيط بها وان الاسفنج قد اقتطع واجتث من الأرض قبل أن تهبط الى القاع .

ويبين الحجر الرملى الذى وجد فيه الحفريات علامات مموجة وادلة على وجود تيارات التى يجب أن تكون قوية الى حد ما لتنقل حبيبات الرمل الخشنة . أى انه من الصعب أن نعرف كيف احتفظ بطوابع احياء رخوة دقيقة . ولكن الدراســة الدقيقة للحفريات قد قدمت لذلك تفسيرا . فعدد قليل من هذه الأحياء اســتقر فوق الرمال المتحركة . ومعظمها استقر فى الطين او قطع الصلصال المتناثرة ، التى ارسبها المـاء فى فترات هدوء الأمواج . ثم جفت هذه البقع وتشققت شقوقا عميقة . وعندما طغى المد مرة اخرى غطاها بطبقة من الرمل . وحمت طبقة الرمل العليا ما تحتها من قوالب الطين بما فيها من غضون وتموجات ، وشقوق ، كما احتفظت باشكال الحيـوانات التى كانت تعيش فيها . وتماسكت حبيبات الرمل بمحلول السليكا وتحول الى كوارتزيت عندما تحولت من رواسب لينة الى صخر صلب . وتحول الطين الى طبقات رقيقة تشبه الاردواز المعدنى ، واندمجت ذراته حتى كادت تختفى أصولها . ولما كان هذا الصــخر واسمه سريسايت Sericite قطعا صغيرة غير منتظمة ، فان الصخر لا ينفصل فيها كما يفعل مع الاردواز الحقيقى ، ولا يستطيع ذلك الا مناخ استراليا الجنوبية الجاف . وبقيت قطع الكوارتزيت من أحجام مختلفة فى مكانها . ناتئة من جوانب التلال، حتى تنقطع الطبقات . وغالبا ما تنقلب وهى متحركة اسفل التل ، وتصبح الطبقـات السفلى ظاهرة ومعرضة للامطار الصلبة . وتاتى التعرية الجوية وتظهر ما تحتـويه من حفريات ما قبل الكامبرى ولكن اذا لم تجمع الصخور التى تحتوى على الحفريات . فان التعرية الجوية تحمل حطامها وتذروها الرياح .

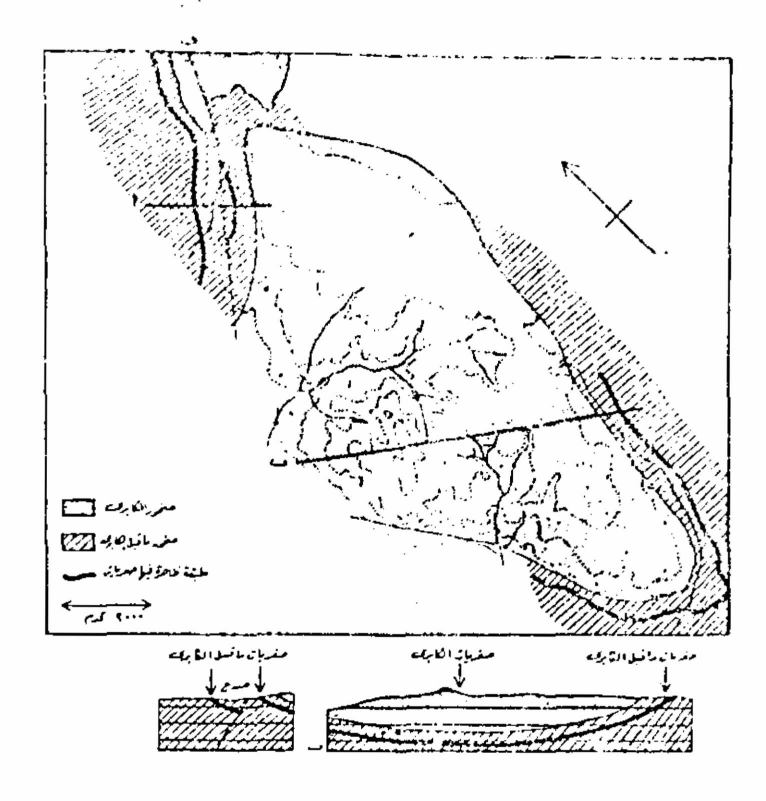


ترى فى هذه الصور حفريات ما قبل الكامبرى كما هى محفوظة فى الصخر سمكة هلامية سبربجينا اتولاتا · الحفرية مكبرة تكبيرا طفيفا سمكة هلامية اخرى ميدوسينا موسونى · فى مثل حجمها الطبيعى ثلاث مرات

ولا يمكن أن نحدد عمر الصخور الحاملة للحفريات مباشرة بالسنين ، لأنها لا تحتوى على صخور اشعاعية يمكن استخدامها فى التاريخ · ولحسن الحظ من الممكن تتبع الطبقات طبقة طبقة فى تلال ايدياكارا . فى تتابع مستمر حتى نصل الى الطبقات الكامبرية الحاملة للحفريات فى الحجر الجيرى الدولوميتى · على ارتفاع ٥٠٠ قدما فوق سطح البحر · وهذه الحفريات هى مما ميز طبقات الكامبرى الأسفل . وهى تختلف عن حفريات الكوارتزيت الغربية أسفل منها · أما الكوارتزيت المكون لطبقات الكامبرى الأعلى منها . فهى لا تحتوى على حفريات من النوع المعروف فى عصر ما قبل الكامبرى كما أن الدولوميت والحجر الجيرى أسفل منها لا يحتوى على حفريات كامبرية · ومن توزيع الحفريات فى الصخور نستطيع أن نقول أن عدم وجود قواقع واجزاء صلبة (فيما عدا الشوكيات) فى حيوانات ما قبل الكامبرى لا يرجع الى اى عنصر من عناصر البيئة الطبيعية · وتكون القواقع لم يكن راجعا الى أى تغير مفاجىء فى بيئة



أربعة حيوانات ، تشبه بعض الحفريات ما قبل الكامبرى . (ا) من جنوب
استراليا ، دودة حلقية Tomapteris longieselis – منظر جانبى واخر أمامى
(ب) قلم البحر Pennutula rubra منظر أمامى واخـــر خلفى
(جـ) دودة Spither citrinus وهى تشبه أنواع دبكوتسونيا ـ فى صخور
ما قبل الكامبرى



خريطة وقطاع للمكان الذى عثر فيه على حفريات ما قبل الكامبرى
(أ) ـ (ب) ـ القطاع الجيولوجى
(ف) صدع تسبب فى ظهور الطبقات الحاملة للحفريات
والصخور ما قبل الكامبرية تقع تحت الصخور الكامبرية الا حيث تظهر على السطح على حدود المنطقة الكامبرية ٠ وكثير من هذه المنطقة المبينة فى الرسم غنية بالحفريات

الحيوانات ، بل الأقرب الى الصحة أن نقول أن تكون القواقع حدث كخطوة الى الامام فى التطور الكيمائى الحيوى فتمثل الكالسيوم حدث فيه تغير جعل القواقع الصلبة وغيرها من الأجزاء الصلبة فى الحيوان تتكون ، لتهيىء له الحماية والدعم الميكانيكى الذى هو فى غاية الأهمية للاحياء فيما بعد ٠

هذا هو قصارى جهد عالم الحفريات والجيولوجى وأقصى ما يستطيعان قوله اليوم وربما استطاع الكيمائى الحيوى والفزيولوجى أن يأخذ القصة ويقوما بتجارب يمكن أن تفتح فصلا جديدا فى قصة الأبحاث الرئيسية فى التطور ٠

القسم الثالث

كيف تكونت الحفريات

وماذا تقــول لنــا

مقــدمة :

ان السجل الحفرى فى صخور ما بعد العصر السابق للكامبرى ، والتى تراكمت حفرياته على مدى الاف الملايين من السنين فى الأزمنة التى يقال لها ازمنة ما بعــد ظهور الحياة ، وفيرة حفرياتها ومتنوعة · ولكن ربما قلت هذه الحفريات فى رواسب عصر ما أو مكان ما ، وربما كانت قليلة متناثرة تتكىء على أنواع فعلية من الأحياء دون أخرى · والسبب فى ذلك قد يبدو بسيطا · فمن ناحية قد تسمح الظروف للاحياء خلال هذه الملايين من السنين فى زمن الحياة القديمة وزمن الحياة الوســطى وزمن الحياة الحديثة أن تطمر وتدفن وتحفظ داخل الرواسب المتراكمة · ومن ناحية اخرى فان الاحياء ذات الهياكل العظمية المتمعدنة وتعيش فى مناطق ينشط فيها الترسيب تسنح لها فرص أكبر لكى تتحول الى حفريات أكثر مما سنح للكائنات ذات الأجسام الرخوة والتى تعيش فى مناطق معرضة للتعرية · وبينما يصح القول أن السجل الحفــرى يحتوى على نماذج متنوعة ورائعة من الأحياء القديمة ، فان ما لدينا ليس ســوى

عينات من هذه الاحياء التى كانت تعيش فى الأرض عبر العصور ، عينات عشوائية غير كاملة ٠

ونحن الآن فى هذا القسم نعنى بالطرق المختلفة التى تتحول بها الكائنات العضوية الى حفريات ، والمعلومات المختلفة التى تزودنا بها ، مثـــل تاريخ الأرض ، الفيزيقى والأحيائى ٠ وبعض الحفريات مثل المحالب الجيرية ، واللافقاريات الصدفية والفقاريات تبدو باجزائها الصلبة لم تتغير كثيرا ٠ اى انه بعد أن تموت الكائنات العضوية تدفن وتتحلل انسجتها اللينة حول هياكلها المتمعدنة كلها او بعضها ٠ وتمكن مقـــاومة أصدافها او هياكلها الصلبة نسبيا من أن تبقى هذه الأجزاء الصلبة وتقاوم التحلل الفيزيقى والكيمائى ، بل والضغوط الفيزيقية والتحجر الذى يصيب الرواسب المحيطة بها بدون تغيير يذكر ٠ ولا شك أن ترسب الماء فى الرواسب المحتفظة بالحفريات ، أو فى الصخور يمكن أن تدخل محاليل كيمائية تعمل على تفكك وذوبان المادة المعـــدنية الأصلية وتحل محلها ٠ الا أن الحفرية تظل محتفظة بتفاصيل تركيبها ٠ وتشمل الأجزاء الباقية دون تغير أو التى حدث فيها احلال كيمائى الأجزاء الصلبة من الكائن الحى مثل الهيكل العظمى للاسماك وارجل السرطان البحرى crab وأسنان الخيـــل وحراشيف التمساح والهيكل العظمى للديناصور واصداف الحلزونات وصخور المرجان واشواك اللافقاريات وقشر الطحالب او عظام الفك الانسانى ٠

واحيانا ترسب المياه المتسربة مواد معدنية ـ وهى عادة من السليكا أو كربونات الكلسيوم ـ ترسبها حول الأنسجة أو تتمثلها (سواء كانت صـــلبة أو لينة) وبذلك « تحنطها » وتحيطها بمادة مقاومة ٠ فمثلا توجد عظام الفقاريات مع مادة تسربت اليها وتخللتها ودخلت فى مسامها الطبيعية ٠ وقد تحيط مادة السليكا تماما بالنباتات ـ ليس الأجزاء الخارجية من النبات فقط بل أيضا الأنسجة الدقيقة لها ٠

ولكن ماذا عن النباتات أو الحيوانات التى تفتقد الأجزاء الصلبة أو التى لـم تحملها محلول معدنى تسرب اليها فيما بعد ؟ ان هذه الكائنات التى ليس لها أجزاء صلبة متمعدنة تتعفن أو تبلى قبل أن تدفن ٠ أو اذا دفنت تتعـــرض لعمـــل الكائنات العضوية الدقيقة والمياه الجارية فتتحلل وتتاكسد ٠ وفى حالات نادرة قد تبقى الأنسجة اللينة على شكل شرائح متفحمة ٠ وذلك عندما يقل الاكسجين فى السطح الذى استقرت فوقه فقلت البكتريا التى تحلله او قلت عملية التاكسد ٠ وبذلك قد يحتفظ الطين اللاهوائى على الأجزاء اللينة للكائنات الحية التى جرفتها المياه من اعلا الى اسفل ، وبذلك يحتفظ الصلصال الأسود بطبقات غنية بالحفريات ملايين السنين ٠

وقد تدفن الكائنات الحية ذات الأجسام اللينة فى أوقات اخرى بسرعة فى رواسب

دقيقة الحبيبات ، فاذا ما تحجرت تستطيع أن تتخذ شكل الكائنات الحية ، ويمكن أن تتحلل أيضا الأجزاء الصلبة أيضا من الصخر الذى يحتفظ بها فلا يبقى منها الا طابعها كامل التفاصيل .

الى جانب هذه الأدلة المباشرة على الحياة - الأدلة التى لم تغير من الأجـزاء الصلبة أو التى تغيرت ، الحفريات المضغوطة او الطوابع - فاننا نجد أيضا أدلة من أثر الحيوان فى الطين ، ما يتركه عندما يسير فوق الطين اللين ، او الحفر التى تركها او علامات جذور النبات فى الطين . ورغم أن هذه الآثار الحفـــرية tracks صعب التحقق منها ، وصعب معرفة الحيوان الأصلى الذى تركها ، الا أنها طوابع تركت مكانها وكانها الأصل . فبينما يمكن أن تكون الصدفة أو قطعة العظم قد انتقلت من مكانها الأصلى الذى عاش فيه صاحبها ومات قبل أن يدفن ، فان الآثار الحفرية بطبيعتها لا يمكن نقلها . ومن ثم نتيقن من وجود الحيوان حيث نجدها . واكثر من ذلك فهـذه الآثار تدلنا على كيفية حياة الحيوان وسلوكه ووظيفته عندما كان حيا . فمثلا بعض الحفر تدلنا بوضوح على أن الحيوان كان يتحرك ويتغذى فى داخـــل الرواسب . وبعضها يدلنا على أن الحيوان كان جالسا فى حفرته ويتغذى من الماء فوقه .

ومقال رنكورن بعنوان « المرجان ساعات حفرية قديمة » يشرح كيف تســـجل الرواسب المرجانية الصلبة سواء كانت وحيدة او فى مستعمرات كيفية ترسبها يوما بيوم وشهرا بشهر وموسما بموسم . ونحن نقبل أنه ليس من السهل ان نرجع خطوط النمو الى فترات نمو المرجان . ولكن يبدو أن بعض الحزم او الحلقات او الطبقات فى مجموعات عدد كل منها ٤٠٠ بالنسبة لمرجان العصر الديفونى ، فاذا كان معدل نمـــو المرجان فى ذلك الوقت يتفق مع الحسابات النظرية ، فلابد وان عدد ايام السنة فى العصر الديفونى كان ٤٠٠ يوما والسبب فى أن السنة كانت أطول فى منتصف الزمن الأول ، يرجع الى بطء حركة الأرض حول نفسها بسبب الاحتكاك المدى الذى يحدثه القمر . وقد كانت حركات المد تبطىء حركة الأرض حول نفسها (الدورة الواحـــدة تساوى يوما) حتى انه فى خلال سنة ، أو دورة واحدة حول الشمس تحدث دورات أقل فاقل . وكما يبين رنكورن فان هناك نظريات اخرى عن تاريخ علاقة الأرض بالقمر ونظريات عن ارض ممتدة وارض منكمشة او ثابتة . يمكن ان تختبر وهذا المقال يبين كيف أن علم الحفريات القديمة يســتطيع أن يسـهم فى تكوين الأفـكار الجيوفيزيقية والاستروفيزقية (الطبيعة الفلكية) (أنظر كلارك ١٩٧٤ عن وجهة نظـــر حديثـة فى الموضـــوع) .

دراسة خطوط النمو فى اللافقاريات المفرزة لمواد نموها يمكن ان تستخدم ايضا فى تحديد ما ان كان الكائن الحى يعيش فى ماء ضحل بما فيه الكفاية بحيث يحدث فيه

مد ، فاذا كان الماء يتعرض من حين الى آخر للاضطراب ، ـ بسبب حدوث العواصف، أو التغير المفاجىء فى درجات الحرارة ، أو درجة الملوحة أو الكدر ـ مما يحدث تغيرا مفاجئا فى معدل النمو ، أو اذا كان التغيرات موسمية منتظمة ، تشجع النمو أو تبطئه ، وباختصار فحيث أن الأجزاء الصلبة تمدنا بسجل مباشر لمعدل نمو الكائن الحى ، فاننا نستطيع ان نستخلص منها ايضا تسجيلا عن المؤثرات التى تؤثر فى هذا النمو • ورغم الصعوبة التى يلاقيها الباحث فى ملاحظة خطوط النمو ، وارجاعها الى اسبابها ، فان هذا الاتجاه فى البحث الباليونتولوجى (الأحيائى القديم) يمكن ان يجيب لنا عن اسئلة كثيرة ، وهذه الاجابات ان لم تكن حاسمة ، فهى على الأقل اسهام عن ظاهرة أو اخرى •

ومقال كلارك عن « الغابات المتحجرة فى متنزه يللوستون » مثال عن عمل المحاليل الكيمائية مع السليكا الهابطة نتيجة البركنة حول الخلايا السليولوزية فى غابات عصر الايوسين ، ولا سيما الجذوع والجذور والأغصان الكبيرة • هذا التحجر احتفظ بغابات متعاقبة ازدهرت وطمرت الفينة بعد الفينة تحت الرماد البركانى والبريشيا التى قذفتها البراكين المجاورة • وقد حفظت الأجزاء الأدق من النبات مثل أوراق الشجر بشكل طوابع أو مضغوطات فى الرماد الدقيق الحبيبات الذى غطى الأرض خلال النشاط البركانى فى الايوسين • لم يقتصر الأمر على ما دلتنا عليه الحفريات النباتية عن منـــاخ الايوسين فحسب ، بل ان نمو الحلقات فى جذوع الأشجار تخبرنا عن عمر كل غابةعلى حدة عندما طمرها الرماد البركانى • ويمكن ايضا حساب معـدل تراكم الرواسب البركانية من ملاحظة هذه الغابة الحفرية •

ومقال برويز عن «الحشرات فى الكهرمان» تخبرنا كيف أن هذه الحشرات الدقيقة مثل النمل والعياسب والذباب يمكن ان يحفظ بسرعة اذا كانت الظـــروف مواتية • ولا سيما عندما تفرز الأشجار عصيرها وتميل على جذوعها وفروعها وتتمكـن من الايقاع بالحشرات واحتوائها • والمادة الحافظة هذه هى الكهـرمان يقاوم بدرجة ما المؤثرات الكيمائية والفيزيقية • وتتحلل الحشرة داخله ، ولكن أدق تفاصيل جسم الحشرة ينطبع على الكهرمان ويأخذ لونه • تمدنا رواسب الكهرمان اذن بمعلومات عن وفرة الحشرات وتنوعها وتركيبها وتاريخها التطورى • ورغم انه ينقصنا سجل متصل عن تطور الحشرات فما لدينا من معلومات حفرية عنها يكفى لمعرفة اتجاه التطور ، وهذا ما يستعرضه برويز فى مقاله •

أما « السلوك الحفرى » بقلم سايلاتشر ، فهو يناقش كيف ندرس سلوك اللافقاريات البحرية فى بيئاتها ، من آثارها المحفوظة فى الصخر • فهذه الآثار تحتفظ بكيفية بحث الحيوانات عن طعامها فوق قاع البحر وفى داخله • فحركات الحيوان فى الرواسب

بين كيف كانت تسعى وراء رزقهـــا فى الرواسب أو فى الطبقـــات الغنية بالغذاء ، واستخدامها للرواسب كمصدر للغذاء أو أماكن تحفر فيها مساكنها · سايلاتشر لاحظ ايضا ان بعض أنماط الآثار مرتبطة ببيئات معينة (أنظر الكتاب الحديث الذى اشرف عليه ر٠و٠ فرى ١٩٧٥ عن اثار اخرى وتفاصيل جديدة عن الآثار الحفرية) ·

وهناك الآن داخل علم الأحياء القديمة ميدان كامل عن الايشنولوجيا ichnology ذلك العلم الذى يدرس الآثار الحفرية · وكان سايلاتشر وراء الجهود التى بذلت فى هذا الميدان · ودراســـة الآثار الحفـــرية لا تمـــدنا فقط بمعلومات والمـــرة عن النبات والحيـــوان والبيئات القديمة والتطـــور فى الصخور التى تفتقد الى الأجزاء الصلبة فحسب ، ولكنه يمد اهتمامنا الى صخور عديدة كنا نضعها فى زمرة الصخور الخالية من الحفريات · وبذلك اتسع مجال بحثنا فى الحفريات ، التى تركت عن عصور الحياة وعن عصر ماقبل الكامبرى ·

واخر مقال فى القسم الثالث خصص لدراسة السجل الحفرى الثرى عن القواقع المجهرية التى عثر عليها فى رواسب البحار العميقة · ويهتم « علم الحفريات المجهرية micropalacontology لكاتبيه اريسكون وولن بانواع الأحياء التى تركت هـذه القواقع بما فيها النبـــاتات ، من امثال الدياتوم السليكى والـ cololithophrodis وحيوانات مثل الراديولاريات السليكية والفورمانفرا الجيرية · وهذه الحفريات وافرة وصغيرة جدا ومتنوعة تنوعا كبيرا موزعا على مئات الملايين من السنين وكافيا لأن يحدد عمر الرواسب المستقرة على قاع البحر العميقوبيان الظروف البيئية المرتبطة بكتل الماء المحيطية ·

وقد نجمت عن دراسة هذه الحفريات المجهرية نتيجتان · الأولى ان الرواسب المحيطية تتراوح فى العمر بين العصر الجوراسى حتى الحديث · وانها بصفة عامة تزداد قدما كلما اقتربنا من القارات وبعدنا عن الحافة الناتئة فى قاع وسط المحيط حيث تتكون قشرة جديدة · وهذه الملاحظة تؤيد فكرة ان قاع المحيط يتمدد ويبتعد عن الحافات المحيطية وهبوط قاع البحر تحت القارات · وقد ابتلع هذا الهبوط كل الرواسب المحيطية التى ارسبت قبل العصر الجوراسى · اما النتيجة الهامة الثانية فهو توثيق تغيـــر المناخ فى العالم خلال عدة مئات الآلاف من السنين ، هذا التغير الذى وصل الى ذروته بشكل دورى فى تكوين الجليد فى العروض العليا · وهذا النمط يوحى باننا سنمر فى عصر اخر من الجليد بعد ٢٠٠٠٠ سنة من الآن · ونحن بكل بساطة فى عصر ما بين الجليدين او فى فترة غير جليدية ولسنا فى اخر العصور الجليدية ·

ويوضح مقال اريكسون وولن طريقة البحث المفيدة وغير المعصومة من الخطـــا

التى تدرس الأحياء الحالية لكى نستخلص الظروف المناخية فى الماضى ، وهى مثال لآخر « للحاضر مفتاح الماضى » • فمثلا اذا عرفنا الى أى حد بالضبط تتأثر أنواع البلانكتون أو الكائنات الحية المجهرية بملوحة مياه البحر التى تحيط بها ، فاننا نستطيع أن نحدد الظروف المحيطية السابقة التى كانت سائدة فى الماضى ، بدراسة الأنواع التى كانت موجودة فى مستويات الرواسب البحرية المتعاقبة • ونستطيع بذلك أن نستخلص منحنيات مناخية تعود الى فجر عصر البلايستوسين ونستطيع أيضا أن نمد هذه المنحنيات ونتعرف على أحوال المحيط فى المستقبل • وبهذا نستخدم الماضى كمفتاح للمستقبل • ويرى غيرنا من علماء الأرض أيضا أن البلايستوسين يساعدهم كثيرا فى أن نرى أن العمليات والظاهرات الجيولوجية والحيوية فى الوقت الحاضر تسجل فى السجل الجيولوجى ، وتذهب من الحديث الى الماضى القريب ومن ثم توغل فى الزمن أو تتقدم فيه الى المستقبل القريب لترى كيف سيكون • وبهذه الطريقة تصبح الجيولوجيا وهى علم تاريخى وسيلة للتنبؤ بالمستقبل •

قراءات مقتــرحة

Clark, G.R. III 1974 "Growth Lines in Invertebrate Sekelotons". Annual Review Earth and Platenary Science, vol.2 , pp. 77 -99.

مقال جيد المصادر يشرح المعلومات المختلفة التى يمكن ان نحصل عليها من دراسة خطوط النمو فى الحفريات ٠

Cline, R.M. and Harp, T.D. ed. 1976 Investigation of Late andPaleoclimatology. Boulda, Col : Geological Society of America Memoir 145.

كتاب علمى دقيق ولكن فى متناول فهم المبتدىء ـ سلسلة من التقارير العلمية تبين كيف ان مجموعات متعددة من الحفريات المجهرية فى قاع البحر توضح طبيعــة المناخ القديم وتوزيع انواعه خلال نصف المليون سنة الاخيرة

Frey, R.W. ed. 1975 The Study of Trace Fossils, New York. Springa-Verlag.

مجموعة مقالات تشرح طبيعة مجموعة كبيرة متنوعة من الاثار التى تركها الحيوان والنبات فى رواسب بحرية ملحة وعذبة وبيئات ارضية كذلك

Ramp, D.M. and Stanley, S.M. 1971, Principles of Palaeontology San Francisco : W.H. Freeman and Company.

كتاب يقع فى ١٢ فصلا ، يغطى كل موضوعات علم الاحياء القديمة ، من التعرف الى الحفريات ووصفها الى تفسير اجزائها الصلبة ، وتاريخها ، ومعـــدل تطورها ، وانماط هذا التطور ٠ وستظهر طبعة جديدة مراجعة لهذا الكتاب الهام قريبا



٧ ـ المرجان : ساعات باليونتولوجية

س . ك . رنكورن

اكتوبر ١٩٦٦

الحزوز فى أنواع معينة من المرجان يتبين
بلا شك علاقات النمو السـنوى والشهرى
اليومى فالمرجان القـديم اذن يقدم لنا
مفتاحا لطول العـام أثناء الحقب الماضية
والى تغير سرعة دوران الأرض .

ان قلة الأدلة لتحد من عمل علماء الفلك والطبيعة الأرضية وغيرهم ممن يعنون بموضوع نشأة الأرض وتطورها . والأحداث التى تهم هؤلاء العلماء حدثت فى زمن سحيق بعيد عنا كل البعد حتى أنه يعز على السجل الحفرى أن يحتفظ بها . ولهـذا جاءت النظريات التى تتحدث عن هذا الموضوع وأشباهه مثل نشأة القارات تخمينية محضة . كما أنها تختلف بعضها عن البعض الآخر اختلافا كبيرا . ومن ثم جـاء تعارضها كذلك .

وكمثال لنوع المعلومات التى تساعد على التغلب على هذه العقبة لدينا دراسة طول اليوم ، اى سرعة دوران الارض حول نفسها • فمن الواضح أن طول اليوم فى ازدياد بطيء مستمر خلال الزمن الجيولوجي : وقد وضح احتكاك المد اثره على دوران الأرض ، وربما تغير طول اليوم ايضا بسبب عوامل ارضية باطنية • وقد نقصت عدد أيام السنة الأرضية • وقد دلت الحسابات القائمة على احتكاك المد وحده أن العام كان يتكون من ٤٢٨ يوما فى بدء العصر الكامبرى اى منذ ٥٧٠ مليون سنة ومن ٤٠٠ يوما فى وسط العصر الديفونى اى منذ ٢٧٠ مليون سنة (انظر الشكل) • فلو عثر على « ساعة » تستطيع أن تحسب ايام الزمن الجيولوجى ، فمن الممكن الوصول الى مقياس دليل لعدد الأيام فى السنة وبذلك نحصل على دليل على دوران الأرض والعوامل المؤثرة فيه •

مثل هذه الساعة قد تكون فى متناول أيدينا على شكل مرجان معين وقد عرف عن المرجان منذ زمن طويل أنه يتكون من حزم واضحة ، تمثل مراحل نمو سنوية ، وهذه الحزم بدورها مكونة من حزم أصغر وأضيق تمثل نموا شهريا ، وربما كانت متأثرة بحركات المد وبدورة القمر الشهرية • والنقطة الهامة هنا هى أن هذه الحزم أيضا تتكون من حزم أدق تبين النمو اليومى • فاذا كان كذلك فالمرجان الذى يمكن ارجاعه بدقة الى عصر جيولوجى معين (عن طريق التأريخ الاشعاعى او عن طريق دراسة الرواسب) يمكن أن تمدنا بمقياس لعدد أيام السنة فى هذا الوقت • فالمرجان اذن مؤهل لأن يكون أداة جيوفيزيقية هامة •

والمرجان الذى يهمنا هنا هو المعروف بأنه حجرى ، لأن هياكله مكونة من كربونات الكلسيوم الصلبة • والبحث ينصب على الجزء الخارجى من الجزء الأسفل من الهيكل المخروطى والمعروف باسم epitheca (أنظر الصورة) وينقسم هذا المرجان جيولوجيا الى ثلاث مجموعات • اثنتان من زمن الحياة القديمة وتعرف بالمتغضنة والصفائحية (ذات رقائق صفائحية أو أقسام أفقية) • والقسم الثالث وهو تال للآخرين فقد وجد منذ زمن الحياة الوسطى حتى الوقت الحاضر ، ويسمى المرجان الصلب scleractinian

وحيث توجد ظاهرة الجزء الأسفل أو القاعدة epitheca ، فانه يبدو على شكل حلقات دقيقة ، ما دام السطح لم يبر ولم تؤثر فيه الأحداث أو يبلى • وتوجد من ٢٠ ـ ٨٠ حزمة فى المليمتر • وقد لاحظ باحثون كثيرون هذه الحزم واعتبروها اضافة نحو تمثل الارسابات الموسمية لكربونات الكلس للمرجان • وأول من قال أن هذه الحزم هى اضافة نمو يومية للمرجان هو جون و• ويلز من جامعة كورنيل •

وقد ذكر ويلز عام ١٩٦٣ أن احصاءه للحزم الدقيقة داخل حزم أضيفت سنويا

فى عدد من المرجان يرجع تاريخها الى منتصف العصر الديفونى قد تراوحت بين ٣٨٠ ـ ٤١٠ وهى فى المتوسط ٤٠٠ • وهذا المتوسط يتفق تماما مع عدد ايام السنة الديفونية كما حصل عليه من حسابات أثر الاحتكاك المدى • وكذلك متوسط عدد الحزم وقدره ٣٨٠ الذى حصل عليه ويلز من المرجان الأحدث الذى تكون فى العصر الكربونى يوضح اتفاقا غريبا بعدد أيام السنة كما نسبت لهذا العصر • وذكر ويلز أيضا انه أحصى الحزم الموجودة فى بعض المرجان المعاصر ، والمعروف معدل تكوينها السنوى ووجد أن عدد الحزوز على ظاهر اسفل المرجان للمرجان الصلب الحى الموجود فى جزر الهند الغربية manicina areolata يتراوح حول ٣٨٠ خلال عام واحد •

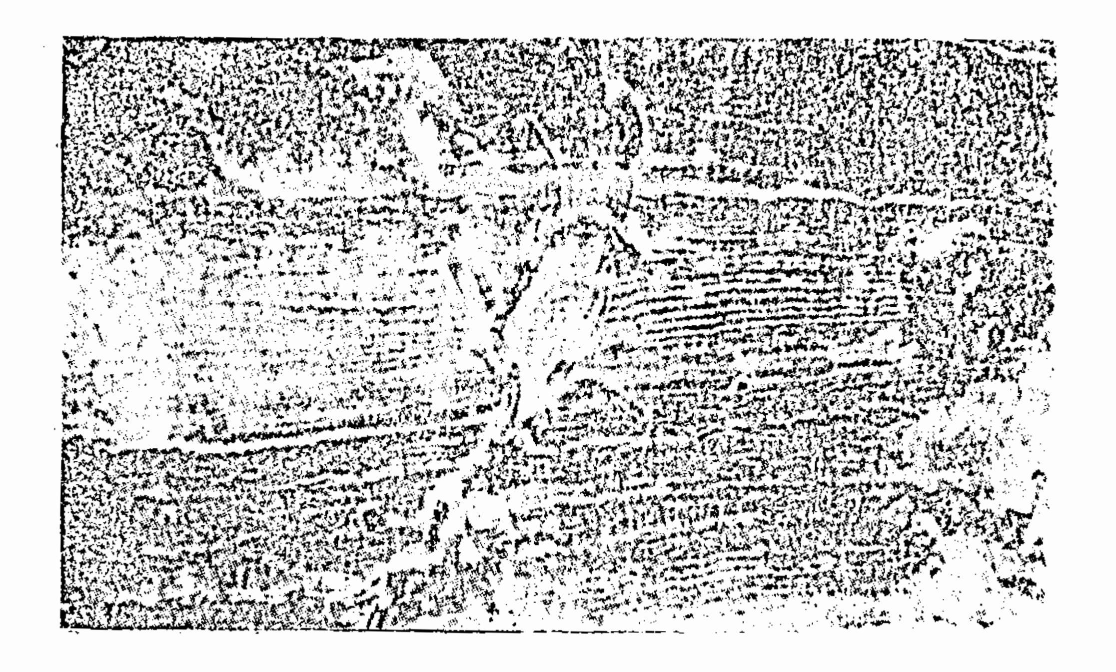
وقد اعتمد ويلز فى افتراضه على ان الحافات التى تكون الحزم الدقيقة للمرجان تمثل كل منها مرحلة نمو فى سنة واحدة على أبحاث توماس ف • جوريو من جامعة جـزر



حفرية مرجان وجدها فى وسط نيويورك ـ جنـون و • ويلز من جامعة كورنل ويرجع عمرها الى العصر الديفونى الأوسط . أى منذ ٣٧٠ مليون سنة • كانت المنطقة التى وجدت فيها الحفرية آنذاك محيطا ضحلا • والحلقات الواضحة فى هذا المرجان ـ الذى لا يزال فى الصخر الذى يحتويه مؤشرات على نمو الحيوان • واذا دققنا النظر فيها ، وجدنا علامات تدل على نموه اليومى،

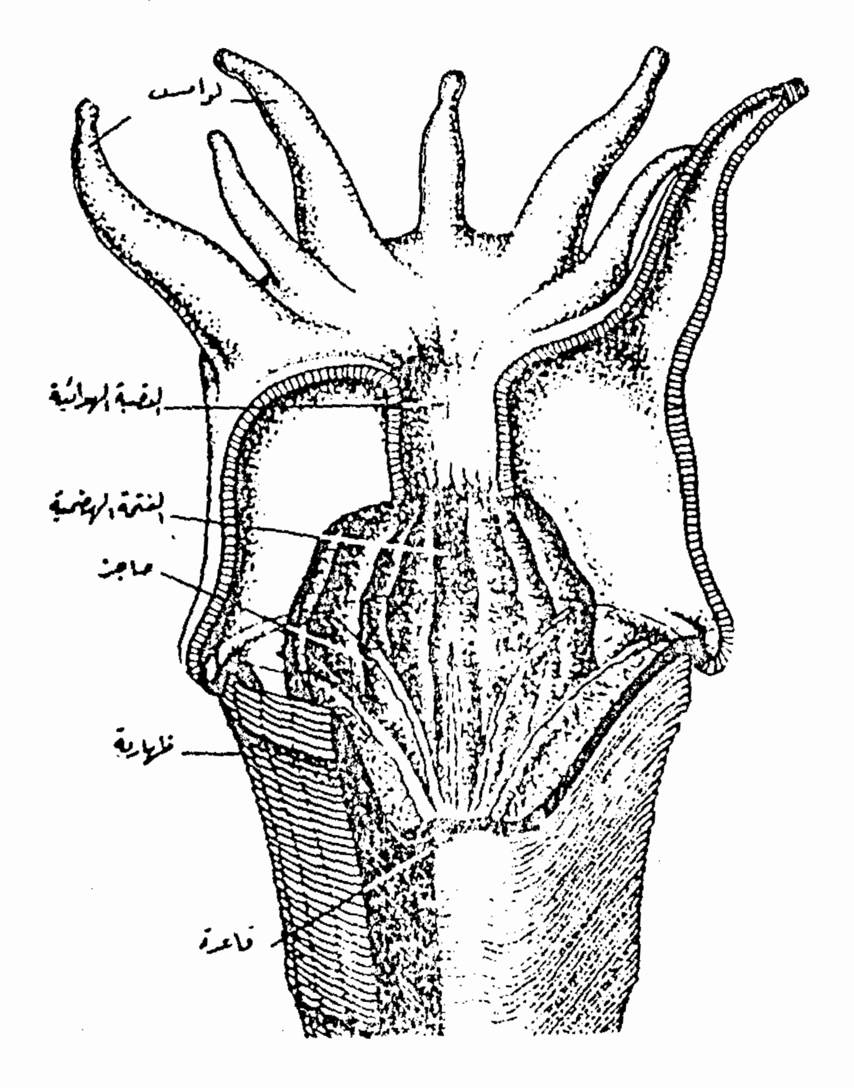
الهند الغربية عن المرجان الحديث • وقد بين جوريو أن المرجان الحديث يفرز كربونات الكلسيوم بمقدار يختلف فى الليل عنه فى النهار • ومن الغريب ان لم يظهر عمل آخر عن المرجان بعد ، وهو ميدان يحتاج لمن يعمل فيه •

وبعد أن وضع ويلز نظريته عن النمو اليومى للمرجان ، فقدم كون ت• سكراتون من المتحف البريطانى (قسم التاريخ الطبيعى) وتقدم باقتراح آخر لا يقل أهمية • فقد قال انه وجد ما يبدو له حزما على أجسام المرجان الذى تكون فى العصر الديفونى الأوسط فى أمريكا الشمالية • ولما أحصى عدد الحزم فى هذه الشعاب الكبيرة ، حصل سكرتون على متوسط ٦ر٣٠ • وهذا يمثل طول الشهر فى العصر الديفونى . اذا كانت الحزم حقيقة دليلا على النمو اليومى للمرجان • فاذا قسم ٦ر٣٠ على ٣٩٩ (عدد أيام السنة فى العصر الديفونى طبقا لحساب أثر الاحتكاك المدى ، فان سرتون حصل على ٠٤ر١٢ وهذه هى عدد الشهور القمرية فى السنة الديفونية •



مرجان قديم ، تبين الحافات الأفقية المتقاربة ، التى يقال انها تبين الترسيب اليومى لكربونات الكلسيوم بواسطة الحيوان عندما كان حيا • هذا النوع وجده ويلز فى وسط نيويورك • اسمه Eridoptiyllum archavi • يرجع الى العصر الديفونى الأوسط • عدد الحلقات يبين أن طول العام كان ٤٠٠ يوما ، وتعطى طرق أخـــرى طولا آخر للعـــام •

ومن المعروف ان الشهر القمرى يؤثر على الحياة البحرية . ولكن لانزال غير متيقنين تماما من كيفية حدوث ذلك · الا ان هناك عدة مفاتيح لفهم هذه المسألة · منها ان البلانكتون الحيوانى يصعد اقرب الى سطح الماء فى الليالى المظلمة اكثر مما تفعل فى الليالى المقمرة · والشهر القمرى الذى وجده سكرتون اى الشهر الذى يؤثر فى الحياة البحرية يسمى بالشهر السينودى synodical أو الاقترانى · اى الفترة الواقعة بين كل هلالين جديدين · وهى بالتقريب اطـــول بيومين عن الشهر النجمى sidereal الذى يعود فيه القمر بعده الى مكانه بين النجوم ·



المرجان الحى يبين علاقة الظهاريات وهى الجـــزء الخارجى للمرجان بالكائن الحى الجزء الحى من المرجان ملون · ويبدو أن نمو الهيكل يحدث بترسيب يومى لكربونات الكلسيوم بواسطة الحيوان وهـــذا الترسيب يكون حلقات فوق مظهارية بسمك ٢ ـ ٦ حلقة فى المليمتر

وهناك عدد من الصعوبات تواجه الباحث الذى يريد أن يستخدم المرجان ساعة لتوقيت الحفريات . فليس من السهل بادى ذى بدء ان يحصى الانسان حزم المرجان اليومية أو السنوية . اذ تختلف هذه الحزم فى درجة الوضوح . وغالبا ما يكون عسيرا أن نقرر أين تنتهى حزمة وتبدأ اخرى . والصعوبة الثانية أن الباحث الحالى يعلم مقدما بالتقريب عدد أيام السنة فى العصر الديفونى (أو عدد أيام الشهر أو السنة فى أى عصر جيولوجى . فهناك احتمال أن هذه المعرفة ستؤثر لا شعوريا على عمل . ولكى نتغلب على هذه الصعوبة ابتكرت أنا وزملائى فى جامعة نيوكاسل على كتابة طريقة احصاء أوتوماتيكية للحزوز التى تكون الحزم . وهذه الطريقة تشبه الطريقة المستخدمة فى فحص البللورات بالأشعة السينية . فتؤخذ صورة لجذع الشعب المرجانى epitheca ولحزم نموها وتستخدم السلبية كمقياس انعكاسى للحصول على طيف ضوئى للحزم . وسيقوم زميلى فى الجامعة ك.م. كرير باحصاء الحزم مستخدما محلل يبين الاختلافات الكيمائية الطفيفة بين الحزم بعضها والبعض الآخر .

والصعوبة الكبيرة الأخرى هى عدم التاكد من ان المرجان المحفوظ فى السجل الحفرى استجاب لظروف البيئة بنفس الطريقة التى يستجيب بها المرجان الحديث . وهنا لحسن الحظ يستطيع الجيوفيزيقى أن يتدخل ليساعدنا فى فحص انتظام نمو المرجان وانتظام افراز حزمه ، وصحة الأرقام التى توصل اليها ويلز وسكرتون . ويجب اولا أن تغير أرقام سكرتون الى عدد أيام الشهر النجمى ، حتى يتفق كل من ويلز وسكرتون على استخدام شهر نجمى واحد . وهذا يعطى طول الشهر النجمى فى العصر الديفونى الأوسط ٢٨ر٤ يوما .

ويمكن أن ينطبق قانون الحركة الكوكبية أو نظرية الجاذبية على نظام حركة الأرض والقمر . ويمكن الحصول على معادلة بتطبيق قانون كبلر الأول والثانى ، وهذه المعادلة تعطينا قوة الدفع الزاوى المدارى للقمر فى اى وقت فى الماضى مقوما بقيمته الحالية . وهذه المعادلة التى تستفيد بأرقام ويلز وسكرتون تعطى قوة الدفع الزاوى المدارى للقمر بما قيمته ١٠١ر٦ وكانت قيمته فى العصر الديفونى ١٠٠ .

وتتسبب حركات المد فى ان تفقد الأرض قوة دفعها . وحسب قوانين الحركة الكوكبية فان أى خسارة فى قوة الدفع الزاوية للارض يمكن أن تنتقل فقط الى قوة الدفع الزاوية للقمر . وتبين المعادلة التى تستخدم أرقام ويلز وسكرتون أن القمر اكتسب ١ر٦ من قوة الدفع الزاوية المدارية منذ العصر الديفونى الأوسط .

وهذه المعادلة فى منتهى الاهمية لأنها تربط كمية فلكية - قوة الدفع الزاوية

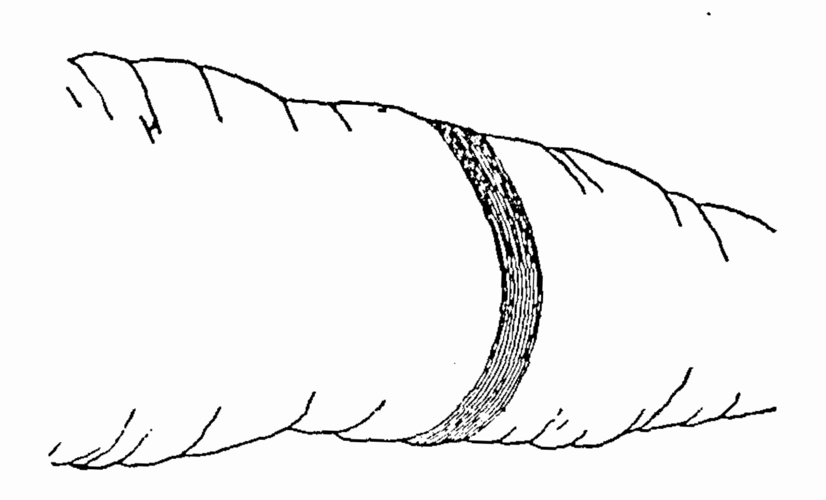
المدارية للقمر ـ بمعدل معين فى جسم المرجان . كما تنعكس على أرقام ويلز وسكرتون· واكثر من هذا فمن الممكن ـ بحساب المعدل الذى حصلنا عليه من المعادلة أن نحسب معدل فقدان قوة الدفع الزاوى للارض بسبب حركات المد · وقد امكن التوصل الى هذا الرقم (٣ر٩ × ١٠ ^٢٣^ داين فى السنتيمتر) · وهذا الرقم يتفق تماما مع الرقم الذى توصلت اليه الحسابات الفلكية الحديثة ، المؤسسة على قياس خط طول الشمس والقمر خلال القرون الثلاثة الماضية وهذا الاتفاق بين الحسابات الجيوفيزيقية والفلكية يمكن أن تكون صدفة سعيدة ولكن هذا ليس صدفة كما سنتبين فى المناقشة التالية ·

وتقرر قوانين كبلر انه كلما ازدادت قوة الدفع الزاوى للقمر ، يطول الشهر ، ويبتعد القمر عن الأرض · والعامل الوحيد خلاف الاحتكاك المدى الذى يمكن أن يؤثر فى عدد أيام الشهر (بتغيير طول اليوم) هو القصور الذاتى للارض وهو رقم يلخص العلاقات بين شكل الأرض وحجمها وتوزيع مادتها الداخلية · ويمكن ان تكون نقطة القصور الذاتى للارض بالتمدد او التقلص أو بتغيرات فى توزيع كتلة نواة الأرض · أى تغيير فى واحد من هذه العوامل يمكن أن يغير طول اليوم ، فاذا لم تتغير نقطة القصور الذاتى للارض moment of inertia ، فستكون هناك علاقة ثابتة بين الشهر واليوم ·

ولما كان الرقم الذى توصل اليه ويلز يقيس طول اليوم والذى توصل اليه سكرتون عدد ايام الشهر فاننا نستطيع ان نختبر ما اذا كانت نقطة القصور الذاتى للارض قد تغيرت أم لا · وباستخدام الاحصاء الباليونتولوجى لحزم وحزوز المرجان فاننا نجد أن نقطة القصور الذاتى للارض فى العصر الديفونى كانت اقرب بكثير منها فى الوقت الحاضر ـ فقد كانت اقل بنحو ٥٪ · اذن هذا دليل على ان الاحتكاك المدى كان العامل الأساسى الذى أثر فى دوران الأرض حول نفسها ·

ورغم اننا يجب أن نقول مسبقا أن قوة المد التى أبطأت حركة الأرض ظلت كما هى خلال عصور طويلة ، فان اتفاق الحسابات الجيوفيزيائية والفلكية حول اثر المد واحتكاكه يوحى بأن ويلز وسكرتون كانا على حق فى مطابقة الحزم المرجانية باليوم والشهر والسنة · وكان العد الذى قام به ويلز وسكرتون كل على حدة ، وكان كل منهما على علم بالحسابات التى بين أيديهم عن الأثر المقارن للاحتكاك المدى ونقطة القصور الذاتى على حركة الأرض · ولو أن الحزم التى تكونت فى الشعاب المرجانية قد تكونت بفعل القوى البيئية غير تعاقب الليل والنهار والشهور القمرية ، لكان من الصعب أن نتخيل ان مثل هذه النتائج التى يمكن مقارنة بعضها بالبعض الآخر تتفق تماما فى العدد ·

ونستطيع أن نستنتج اذن ان هناك شعابا مرجانية معينة تعتبر ساعات او مقاييس للزمن بالغة الأهمية ، ومن المهم أن نبحث عن نوع الأسئلة التى تستطيع الشعاب المرجانية الاجابة عليها · وهذه الأسئلة تنقسم الى قسمين . أحدهما يتعلق بتطور الأرض ، والآخر بتطور القمر ·



حلقات نمو ـ يمكن مشاهدتها من عينة مرجان مكبرة · من نوع Holophragma calceoloides التى ترجع الى العصر السيلورى الأوسط العينة الأصلية لا يزيد طولها عن بوصة واحدة · ويوضح هذا صعوبة عد الحلقات اليومية التى يضيفها المرجان يوميا · والى اليمين عينة بها أحد عشر جلقة · ليبين انتظام المسافات بين كل حلقة واخرى ·

لقد كان من المسلم به وقتا ما ان الأرض نشات كشىء ذائب ، وانها بدات فى البرودة بالتدريج ، وكان يظن ان الجبال تكونت نتيجة تقلص الباطن ، كما تتكون غضون التفاحة القديمة · وان حرارة باطن الأرض التى تظهرها الانفجارات البركانية وارتفاع درجة الحرارة كلما تعمقنا فى الباطن ، داخل المناجم او الحفر . هذه الحرارة كان يعتقد انها حرارة الأرض الأصلية التى احتفظت بها الأرض بسبب حجمها · وقد نجم عن مبدا المحافظة على قوة الدفع الزاوى ، وهو مبدا اساسى ، نتيجة هامة جدا· فكما ان راقصة الباليه تدور حول نفسها اسرع عندما تثنى ذراعيها ، فان الأرض تدور حول نفسها اسرع عندما تتقلص · ومن ثم يقصر طول اليوم وتتجه كتلتها نحو المحور عندما تقلص ·

ومنذ أن اكتشف أن الصخور الاقرب الى طبيعة صخور باطن الأرض تحتوى على عناصر اشعاعية ، أصبح من الممكن أن نفترض أن حرارة الأرض تنجم عن الحرارة التى تنتجها العناصر الاشعاعية . وأن الأرض كانت فى الاصل جسما باردا • وهذه النظرية تفترض أن الأرض نشأت من تراكم اجزاء صلبة صغيرة • وتتفق هذه النظرية مع النظرية الحديثة عن نشأة النظام الشمسى ، الذى يظن أنها نشأت من كتلة مهوشة من سحب الغاز والغبار ، التى أصبحت مسطحة بفعل الدوران واتخذت شكل القرص ، تكونت فى داخله الكواكب بتجمع هذا السحاب الغازى والغبارى •

وللارض اليوم نواة من الحديد قطرها يبلغ نصف قطر الأرض كلها • ويقول الأستاذ هارولد س • أورى من جامعة كاليفورنيا بسان دييجو أنه عندما كان الحديد باردا ، كان موزعا توزيعا متعادلا فى الأرض كلها ، وأنه بدأ فى الغوص بالتدريج فى باطن الأرض نحو المركز • وهذا التطور يؤدى الى نقصان طول اليوم بالتدريج ، ولكن بمعدل اكبر مما لو كانت الأرض فى الأصل حارة ثم بدأت فى البرودة •

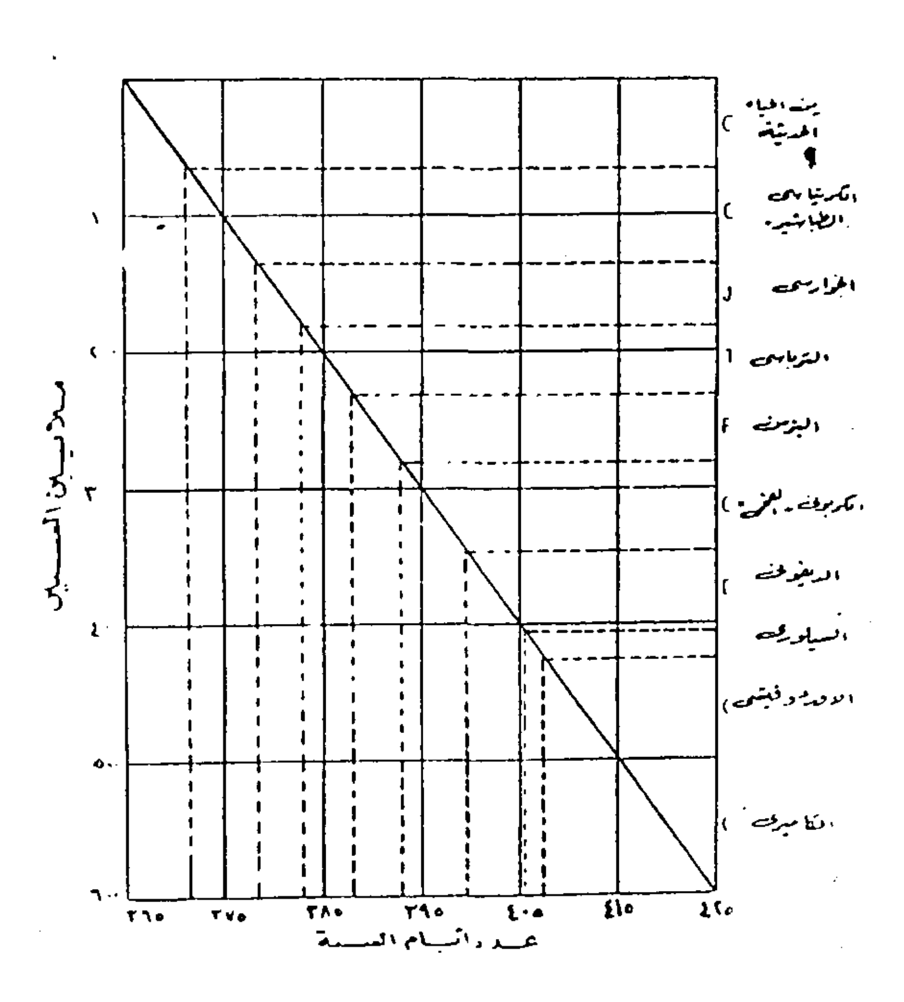
وقد احيى د•١• لتلتون من جامعة كامبردج أخيرا نظرية وضعها فى الأصل و•هـ• رامزى من جامعة وتوترزراند ومؤداها أن قلب الأرض ليس حديدا ولكنة صخر، فى حالة معدنية بسبب الضغط الشديد الواقع عليه ، ويقول لتلتون ان هذا التغير المرحلى لا يحدث عند درجة حرارة منخفضة ، بل عند درجة حرارة مرتفعة • فاذا افترضنا ان الأرض كانت اصلا باردة ، فلابد وأن لم يكن لها قلب حينئذ • وأن تحلل هذا القلب اخرج العناصر الاشعاعية والحرارة التى رفعت درجة حرارة الأرض ، وفى مركز الأرض وصلت الحال الى الدرجة التى تحولت فيها جزء من الصخور السيليكية الى مرحلة اكثر كثافة ، وهذه لهذا السبب احتلت مكانا أصغر • ومع ارتفاع درجة الحرارة فى داخل الأرض ، نما القلب ، وازداد تقلص الأرض • ويرى لتلتون ان هذه النظرية تتغلب على أوجه القصور التى كانت فى النظريات القديمة ، لأنها فسرت ازدياد تقلص قشرة الأرض •

وعلى عكس هذه النظرية ، هناك نظريات اخرى ترى ان اليوم كان يقصر بالتدريج، ونظريات اخرى ترى أن الأرض تمددت وأن اليوم ازداد طولا • والأرض التى تسخن ، تتمدد • وان الحافات المستطيلة التى تجرى فى وسط قاع المحيطات لدليل على ان الأرض كانت تتمدد ولم تكن تنكمش • ويوجد فى حافة قاع المحيط الأطلنطى وحافة كارلزبرج فى المحيط الهندى عدة أودية يظن أنها تشققات نتجت عن تمدد القشرة •

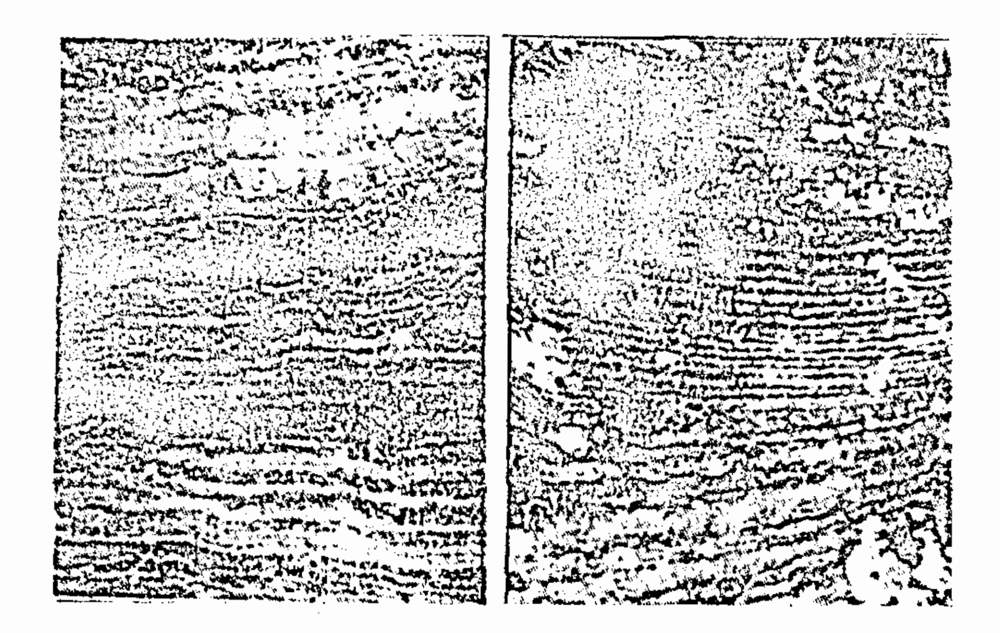
وجيىء بالآراء الكوزمولوجية (الكونية) فى المناقشة • فمن المعروف ان قوة

الجاذبية العالمية ، ليست أمرا ثابتا ، ولكنها فى تناقص · ومثل هذا يؤدى بالارض الى التمدد بالتدريج ·

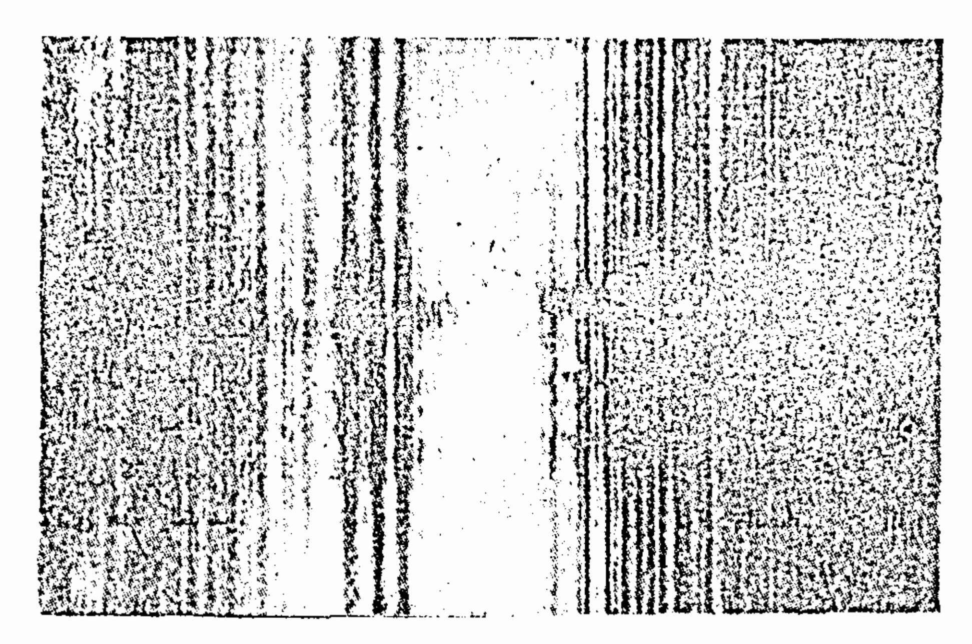
هذه النظريات تنطوى على قدر كبير من عدم الاتفاق على طول اليوم فى العصور الجيولوجية السحيقة · وتختلف النظريات مثلا فى طول اليوم الديفونى (بعد احتساب تباطؤ الأرض نتيجة الإحتكاك المدى) ، ما بين ١٢ ساعة و ٢٤ ساعة و ٤٠ دقيقة · وهنا تاتى اهمية المرجان · فعندما تمت دراسة عدد كبير من الشعاب المرجانية ، أصبح فى استطاعتنا ان نقول اى النظريات صحيح · والآن ، تقرر أشد النظريات جـرأة



طول العام فى فترات جيولوجية مختلفة ، مبينا طبقا لحساب اثر الاحتكاك المدى ، الذى أبطأ تدريجيا دورة الأرض حول نفسها وحول الشمس ، مما جعل الأيام اكثر طولا · وقد اتفق عد حلقات النمو فى المرجان مع هـذا التقدير



اطراد الحلقات ـ يظهر فى مرجان حفرى ، يفصل بين بعضه والآخـر عصور طويلة · العينة الى اليسار ترجع الى العصر السيلورى أى منـذ ٤١٥ مليون سنة · والى اليمين مرجان حفرى يرجع الى العصر الجوراسى ١٤٠ مليون سنة



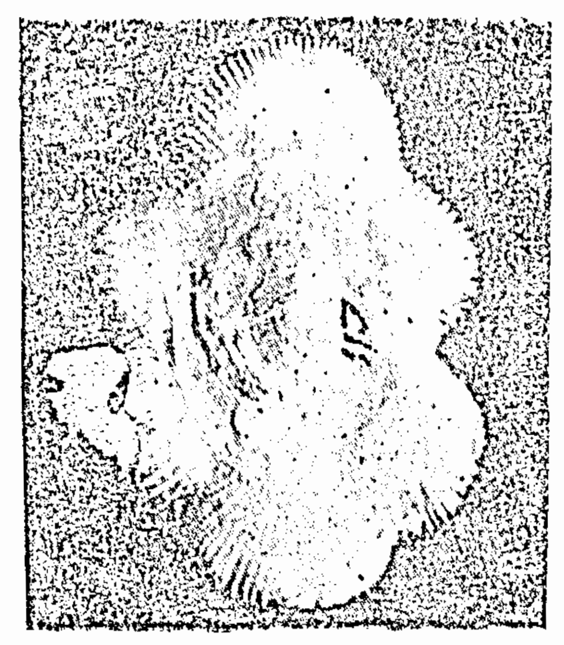
الى اليسار · حلقات منعكسة : اخذت بطريقة حديثة لعد حلقات المرجان · والطريقة تشبه طريقة التبلر بالأشـــعة السينية · تصـور الظهــاريات وتستخدم السلبية فى عكس الوان الطيف التى تحدد تتابع الحلقات · وبذلك يصبح عد الحلقات موضـوعيا ولا يترك مجالا للخطأ الشخصى فى العـــد

(وهى نظرية بروس س · هيزين من جامعـــــة كولومبيا و س·و· كارى من جامعة تسمانيا) أن المحيط الأطلنطى حدث نتيجة تمدد· مقدلر ٤٠٪ فى قطر الأرض منذ العصر البرمى ، مما دفع بالقارات بعيدا بعضها عن بعض على جانبى المحيط · مثل هـــذه النظريات يمكن اهمالها · فزحزحة القارات أصبحت ظاهرة مؤكدة ، ولكن الاختـلاف فى اسبابها ، وهى أسباب بعيدة عن فكرة تمدد الأرض · ومن الأسباب الممكنة اندلاع كميات هائلة من صهير باطن الأرض فى المحيطات دفع القارات بعضها عن بعض ·

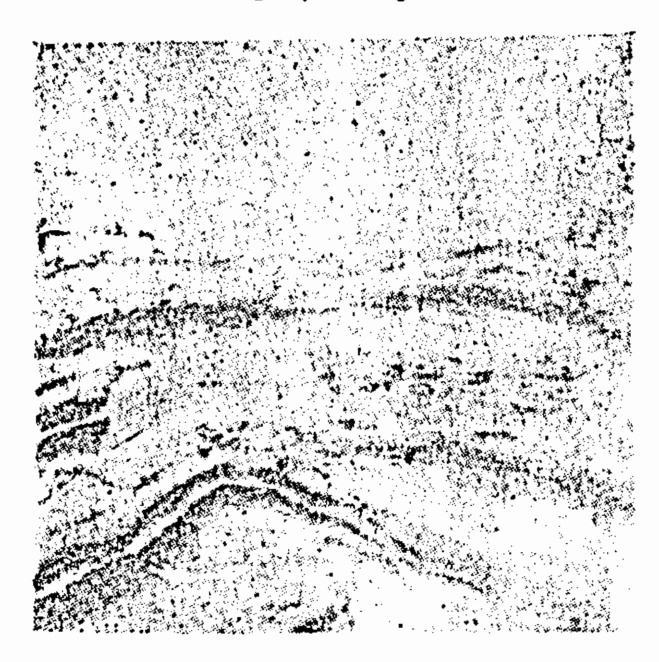
واما عن علاقة المرجان بنشأة القمر فيحتاج لخلفية علمية معينة · فالقمر يجـذب الماء من فوق سطح الأرض ويحدث المد ويختلف ارتفاع هذا المد ، باختلاف القوة الثالثة وهى المسافة بين القمر والارض · وعلى هذا الأساس فاذا كان القمر والأرض اكثر قربا فى وقت ما من الماضى مما هو عليه فى الوقت الحاضر ، فان الاحتكاك المـدى يصـبح حينئذ اكثر مما هو عليه الآن · واذا فرضنا أن الاحتكاك المدى يتوقف فقط على المسافة بين الأرض والقمر واذا عرفنا المعدل الذى تفقد فيه الأرض قوة دفعها الزاوى مع القمر ، فاننا نســتطيع ان نحسب تراوح المسافة بين الأرض والقمـــر خلال الزمن الجيـــولوجى ·

مثل هذه الحسابات قام بها حديثا لويس ب· سلختر من جامعة كليفورنيا فى لوس انجلس ، فى وقت لم تكن لديه سوى قيمة الاحتكاك المدى كما يتبينها الملاحظات الفلكية خلال ٢٠٠٠ عام · وقد بينت حسابات سلختر ان القمر والارض كانا متقاربين جدا منذ بليونى عام ، لكنهما اسرعا فى الابتعاد احدهما عن الآخر · وقد خلق ذلك مشكلة كبيرة ، تتعلق بعلاقتهما قبل ذلك ، حيث أن الأرض ، ومن الممكن أيضا القمر ، قد وجدت منذ ٤ر٥ بليون سنة · الا ان هذه المشكلة لم تكن ملحة ، لأننا نفترض ان قيمة الاحتكاك المدى خلال الالفى عام الماضية كانت أعلى من المعدل ، ومن ثم فهى لاتمثل المعدل خلال الزمن الجيولوجى ويظهر اعلى مد فى البحار الضحلة · ونحن نعلم انه منذ نهاية العصر الجليدى ، وذوبان الجليد القطبى ، ارتفع مستوى الماء فى المحيطـــات مما أغرق كثيرا من المساحات الساحلية ، وهذا أوجد بحارا ضحلة عديدة · ويمكن أن تؤدى هذه الظاهرة الى ارتفاع فى الاحتكاك المدى فى الوقت الحالى ·

وتدل القرائن المستقاة من المرجان الديفونى ، على أى حال ، على أن الاحتكاك المدى لم يختلف كثيرا فى ذلك الحين عنه فى الوقت الحاضر · وحيث ان معدل قيمة المد ظلت ثابتة خلال عدة ملايين من السنين ، فاننا نستطيع أن نستخدم هذه القيمـــة لحساب المسافة بين القمر والأرض خلال الزمن الماضى · واذا افتقدنا هذا الجـدول كتفسير لنتائج سلختر ، فانه علينا أن نبحث الأمر بطريقة أخرى ·

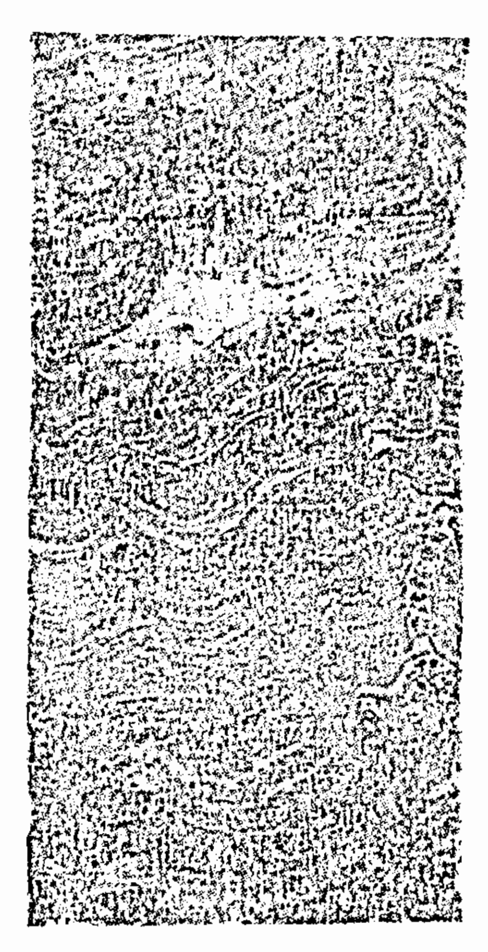


مرجان حـــديث من جـــزر دراى تورتاجـــاس فى فلوريده من نوع مايفسينا اريولاتا manicina areolata ومعروف معدل نموها السنوى ٠ وقد وجد ويلز ان كل زيادة سنوية تحتوى على ٣٦٠ حلقة يومية ٠ وقـــد استخدم المرجان الحديث لكى نتأكد من ان كل حلقة تمثل نمو يوم فى جسم هيكل المرجـان



نظرة قريبة الى عينة ماينسينا اريولاتا تبين حلقات النمو الدقيقة ٠ وتظهر فى الصورة على شكل خطوط باهتة افقية . وليست خطـــوطا داكنة

فاذا كان القمر والأرض أقرب بعضهما الى بعض كما يقول سلختر منذ بليـونى عام عنهما فى الوقت الحاضر ، وانهما بدءا فى التباعد منذ ذلك الحين ، فأين كان القمر حينئذ ـ فى أول بليونين أو ثلاثة بلايين من عمر الأرض ؟ هناك ثلاث اجابات تخمينية لذلك . الاجابة الأولى أن القمر كان جزءا من الأرض انفصل عنها وترك ما يسمى الآن بالمحيط الهادى . وقد وضعت هذه النظرية اول مرة فى القرن التاسع عشر وكـــان صاحبها سير جورج داروين . وافترض ان التشابه فى كثافة كل من القمر والأرض، مع عدم وجود قارات فى ذلك المحيط الشاسع ، يمكن ان يفسرا بعدم استقرار الأرض الأولى أو العتيقة ، لدرجة أنها تحطمت الى قسمين أو كوكبين .



حفرية طحلب . يمكن استخدامها مقياسا للزمن الماضى . يظهر فيها طبقات ربما ارسبت كل منها فى يوم واحد . والشكل مكبر خمس مرات . وعمـر العينة بليون سنة . ويبدو انها طمرت فى الطين فى المنطقة التى يطغى عليها المد . وكان هذا اثناء طغيان الماء فى عصر ما قبل الكامبرى على شمال غرب فونتانا

ونظرية أخرى تقول انه خلال نصف عمر الارض الأول ، كان القمر يدور حول الأرض بحركة عكسية ، أى عكس اتجاهه الحالى • وكان معنى هذا ان المد كان يجذب القمر نحو الأرض ، وليس العكس • ونفترض هذه النظرية ان القمر وقع تحت قــوة جذب الارض ، التى أسرته من الفضاء فاصبح تابعا لها بعد ان كان يدور وحــــده فى الفضاء بعيدا عنها • ثم اصبح له فلك قريب جدا من الأرض •

وبسبب عدم سيمترية المد ، مع مرور الوقت ، انقلب اتجاه حركة القمر، ومن ثم ابتداء من الفى مليون سنة بدأ الاحتكاك المدى فى ابعاد القمر عن الأرض منذ حــوالى الفى مليون عام • وفى هذه الحالة يصبح من الصعب أن نفسر كيف احتفظت الأرض بسجلها الحفرى قبل ذلك الحادث بسبب طغيان المد الهائل على الأرض ، فى وقت كان فيه القمر قريبا جدا من الارض • الا أننا نستطيع ان نجد صخورا يرجع فى عمرها الى ذلك الزمن الكارثى الذى تفترضه النظرية ، وهذه الصخور تحمل علامات تدل على أن ظروف تكوينها تشبه ظروف تكوين مثيلاتها التى تكونت فى زمن أحدث ، فمن الصعب اذن ان نفترض أن الأرض والقمر كانا اقرب احدهما الى الآخر منذ بليونى عام •

اما النظرية الثالثة التى ربما استطاعت أن تتغلب على الصعوبة التى بينتهـــا حسابات سلختر فهى تقول أن القمر تكون وهو قريب من الأرض بطريقة التراكم ، فقد كان جسما صغيرا ظل يجمع فتات المادة الكونية وهو فى طريقه فى الفضاء • ومن الصعب أن تؤكد او تنفى ميكانيكية مثل هذه العملية ، وهل هى ممكنة ام لا • فاذا كانت ممكنة ، واذا استغرقت العملية وقتا طويلا ، فانها تســـتطيع أن تكون قمرا صغيرا لا يستطيع ان يجذب مدا يذكر منذ بليونى عام •

ومن الواضح اذن انه لابد من القيام بملاحظات أكثر ودراسات اخرى على المرجان الذى تركته عصور جيولوجية مختلفة ، حتى نستطيع أن نقرر طول اليوم والشهر خلال الزمن الجيولوجى • وهذه البيانات ستلقى أضواء هامة على التاريخ المبكر لعــلاقة الأرض بالقمر ، وربما استطاعت أن تكون مؤشرا هاما عن نشأة القمر ، اذا تمكنت من حل المشكلة التى بيناها •

وربما لا تكون الشعاب المرجانية هى الوحيدة فى هذا الميدان • فهناك طحــالب معينة يرجع عمرها الى ٦٠٠ مليون سنة ، ذات حزم شبيهة بحزم المرجان وربمـــا رجعت هذه الحزم الى اختلافات يومية وشهرية وسنوية فى درجات الحرارة وكمية ضوء الشمس • فاذا كانت هذه الحفريات وشبيهاتها قد سجلت الزمن بنفس الطريقة الذى سجلته به الشعاب المرجانية ، فانه ســـيكون لدينا حقا معلومات واقعية عن تاريخ الأرض المبكر •



٨ ـ الغابات المتحجرة

فى متنزه يللوستون

ايرلنج دورف
ابريل ١٩٦٤

اكثر الغابات من نوعها اتساعا فى العالم، تحتوى على ثروة من المعلومات عن التاريخ الجيولوجى والنباتى لجبال الروكى منذ ٥٥ مليون سنة ٠

الربع الشمالى الشرقى من متنزه يللوستون الوطنى اقليم جبلى وعر يرتفع عن مستوى سطح البحر بما يتراوح بين ٦٠٠٠ ـ ١١٠٠٠ قدم ٠ ويوصف مناخه فيما بين المعتدل البارد ودون القطبى ٠ وتتكون غاباته من الصنوبر مع خليط قليل من الأخشاب الصلبة ٠ وكانت المنطقة تختلف اختلافا تاما عن ذلك فى عصر الايوسين ، اى منذ ٦٠ ـ ٤٠ مليون سنة مضت ٠ وكان الاقليم عبارة عن سلسلة من أودية الأنهار

المتسعة المنبسطة العريضة . يفصل احداها عن الأخـــرى تلال هينة الارتفاع ممـوجة ٥٠ و ٦٠ بوصة فى السنة · وكانت الغابات تتكون من أشجار تختلف تماما عن أشجار السطح · وكان متوسط الارتفاع يتراوح بين ٢٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ قدما · ومناخها يتراوح بين المعتدل الدافىء فى التلال ودون المدارى فى الأودية · كما كان المطر يتراوح بين الغابات الحالية · تسودها الأشجار ذات الأخشاب الصلبة وتقل فيها الصنوبر ·

هذه تفاصيل أخرى عديدة عن الأحوال الجيولوجية والمناخية والنباتية التى كانت سائدة فى المنطقة خلال الايوسين ، قد احتفظ بها نتيجة سلسلة من الأحداث حـــولت الغابات القديمة الى غابات من الصخر · وكانت المرحلة الأولى لهذا التحول فجائية وكارثية · فقد تفجرت الحمم البركانية فى الشرق والشمال الشرقى من القول ، وأمطرت الأودية بوابل من الصخور والرماد والغبار تراكمت بالتدريج خلال عدد من الأعوام، حتى أصبحت الغابات فى الأودية دفينة الى عمق ١٠ ـ ١٥ قدما · ثم نمت غابة جديدة بعد ذلك بنحو ٢٠٠ عام فوق الرماد البركانى · وفى نفس الوقت بدأت المياه المعدنية تحت السطح عملية تحويل جذوع الأشجار الى صخر · واليوم بعد ملايين عديدة من السنين ، أتت عوامل التعرية على الرماد البركانى المحيط بجذوع الشجر الدفين ، فى بعض الأماكن ، كاشفة عن بقايا الغابات المتحجرة حيث كانت الأشجار القديمة تنمو بالضبط ·

هذا الحادث العجيب الذى حفظ الغابات ، يكفى لجعل الغـــابات المتحجرة فى يللوستون شيئا عظيم القيمة لعالم النبات القديم · أما الغابة المتحجرة الأخرى والأكثر من غابة يللوستون شهرة فى منطقة صحراء بينتد فى شرقى اريزونا فهى ليست غابة على الاطلاق · ومئات الجذوع الشجرية المتحجرة المتناثرة فى كل اتجاه فى هذه المنطقة ، لم تنبت فى مكانها الحالى ، ولكن جرفتها سيول مائية منذ ١٧٥ مليون سنة · ورغم أنه توجد أماكن قليلة أخرى فى غربى الولايات المتحدة حيث تقف جذوع الأشجار المتحجرة فى أماكنها الأصلية ، فان غابة متنزه ييللوستون المتحجرة أو الحفرية هى أكثر الغابات من نوعها امتدادا فى العالم ، اذ تغطى أكثر من ٤٠ ميلا مربعا ·

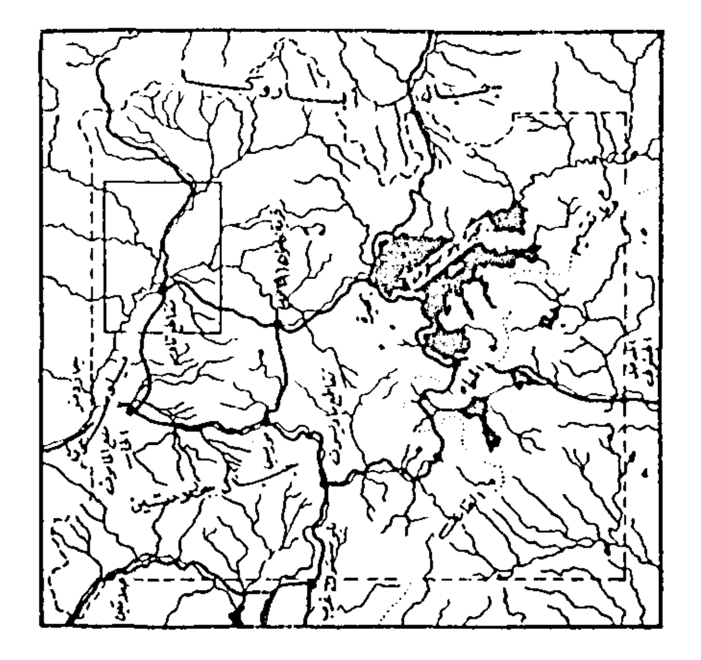
ومما يجعل هذه الغابات أكثر غرابة ، هى عملية الدفن والتحجر التى حدثت فى كثير من أماكنها مرة بعد مرة · ففى نتوء حاد الانحدار ، يطل على نهر لامار ، على بعد عدة أميال أعلى التقائه مع نهر يللوستون (أنظر الخريطة) يوجد ما لا يقل عن ٢٧ طبقة متميزة من الأشجار المتحجرة التى كشفتها وأظهرتها عوامل التعرية · وهذه الطبقات التى يبلغ سمكها الاجمالى ١٢٠٠ قدما تمثل فترات متعاقبة من النشاط البركانى والهدوء الذى تمت فى أثنائه الغابات على مدى نحو ٢٠٫٠٠٠ سنة · وقـــد أظهرت الدراسة التفصيلية للجذوع المتحجرة وأوراق الشجر الحفرية وغيرها من بقايا

النباتات معلومات جمة عن التاريخ الجيولوجى والمناخى لمنطقة جبال الروكى خلال عصر الايوسين ٠

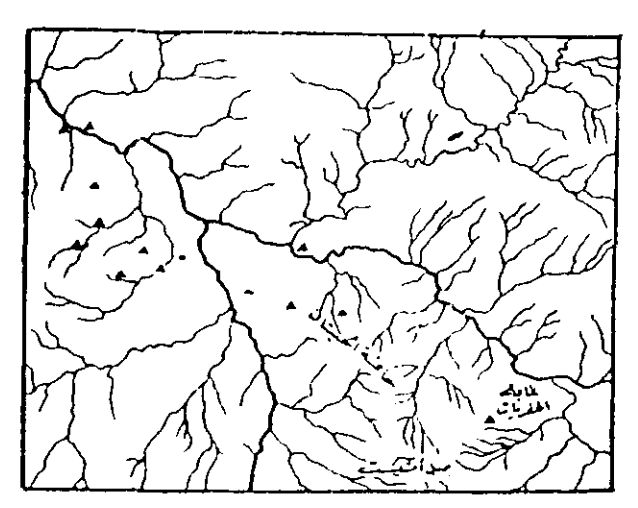
وقد اكتشفت « الغابة الحفرية » بجوار نهر لامار ، كما اكتشفت عدة مجموعات من الأشجار المتحجرة بجوارها حوالى ١٨٧٠ وما بعدها ، اكتشفها و٠هـ٠ هولمز وهو فنان ومكتشف وجيولوجى ٠ وقد كتب هولمز فى تقرير رفعه لمصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية عام ١٨٧٩ يقول « ان جذوع الغابات القديمة البيضاء ٠٠ تقف فوق الرماد كانها أعمدة معبد قديم » ، وقد استطاع هولمز أن يحصى « ١٠ غابات مدفونة أو اكثر » ٠ رسمها فى شكل توضيحى وصاحب للتقرير ٠ وقد زرت أنا وبعض تلاميذى من جامعة برنستون موقع هذه الغابات عدة مرات ٠ وقد أضافت أبحاثنا ١٧ طبقة من الغابات لطبقات هولمز العشر ٠ وتظهر مراجعتنا لرسمه فى ص ١٣٥ ٠

وتتكون المادة التى دفنت فيها الغابات اساسا من ثلاثة أنواع من الصخور الرسوبية : (١) المجمعات conglomerate أو الكتل المتماسكة من الحصى المستديرة التى يعتقد أن نهرا قديما أرسبها ٠ (٢) البريشيا أو ما شابهها من الكتل الصخرية وتتكون اساسا من شظايا زاوية، وربما تكون قد جرفتها سيول طينية أو انهيار أرضى و(٣) رماد بركانى متصلب هبط مباشرة من الجو فوق بحيرات ومسايل مائية ٠ ولا يحتوى كل منها الا على الرماد الريكانى المتصلب على بقايا نباتية معينة غير الجذوع المتحجرة ، وهذه تشمل أوراق الأشجار الحفرية ، والبذور والأوراق الابرية وأقماع الصنوبر ٠ (انظر الشكل) ومع الطبقات البركانية الحاملة للحفريات ، توجد طبقات أخرى - بعضها - يبلغ سمكه ١٠٠٠ قدما ، من البازلت أو اللابة الداكنة المتصلبة ذات الحبيبات الدقيقة٠ ولما كانت اللابة ملتهبة وقت أن انتشرت فوق الأرض ، فانها لم تترك فى طبقاتها جذوعا أو أى بقايا نباتية متحجرة ٠

وقد ظن الجيولوجيون أمدا طويلا أن الرواسب البركانية أسرع فى الترسب لكثير من الرواسب الأخرى ٠ وقد استطعنا أن نؤكد هذا الظن بحساب معدل ترسيب الطبقات الحاملة للحفريات فى منطقة نهر لامار ٠ ولاحظنا أن كل غابة من الغابات السبع والعشرين المطمورة فى هذه الطبقات قد طمرتها رواسب انفجار بركانى واحد ٠ وعرفنا أيضا من الثورانات البركانية الحديثة فى المكسيك أن غابة جديدة تبدأ فى النمو فوق الرواسب البركانية بعد ٢٠٠ سنة من الثوران البركانى السابق ٠ كما استطعنا أن نحسب عمر كل غابة وقت طمرها وذلك بحساب الحلقات المكونة لجذوع الأشجار ٠ وقد وجدنا فى بعض الأنحاء نحو ٥٠٠ من هذه الحلقات ٠ ومن هذه المعلومات استطعنا أن نحسب أن الطبقة الرسوبية البالغ سمكها ١٢٠٠ قدما ، لابد وأنها ارسبت خلال ٢٠٠٠٠ سنة وهذا يساوى ترسيب ثلاثة أرباع البوصة فى السنة٠



منطقة متنزه يللوستون ، يحددها الخط المتقطع ، اقدم واكبـــر المتنزهات الوطنية فى الولايات المتحدة . يحتل نحو ٢ مليون فدان تمتد من شـمال غربى ويومنج ، وايداهو ومونتانا . المستطيل يحدد موقع معظم الأشجار المتحجرة ويبدو مكبرا فى الخريطة السفلى . تظهر الطرق خطوطا باهتة



الأماكن الرئيسية للاشجار المتحجرة . وبعض النباتات المتحجرة الأخرى تمثلها مثلثات صغيرة . أسفل الخريطة الى اليمين توجد الغابة الحفـرية

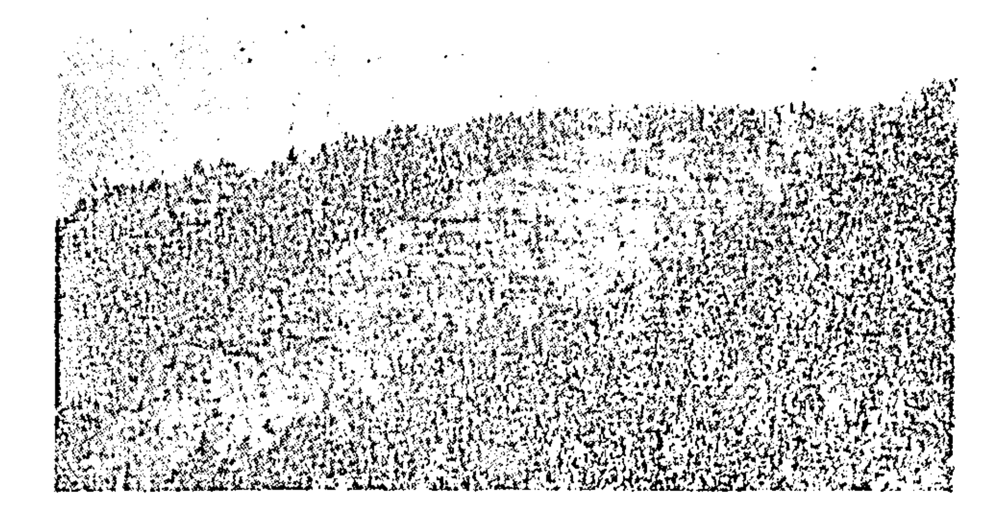
وهذا معدل يساوى معدل ارساب الرمل والطين فى المياه الضحلة فى نفس العصر فى مناطق الخليج جنوب شرقى أمريكا الشمالية ١٠٠ مرة ٠

وتتراوح ميكانيكية حفظ النباتات الحفرية فى الرواسب البركانية تراوحا كبيرا٠ فعملية التحجر التى يتم بها تحول الجذوع المطمورة او الأغصان الى صخر تختلف عما كان مكتوبا فى الكتب الدراسية القديمة ٠ فهى لم تكن مجرد احلال الحبيبات النباتية بالصخر والمعدن واحدة بواحدة ٠ ففى عام ١٩٢٧ اظهرت روث سانت جون من جامعة كورنل أن ما يحدث هو مجرد امتلاء الفجوات فى جذع النبات بالمادة المعدنية ٠ وفى اثناء هذه العملية تصبح جدران الشجرة الخلوية محاطة تماما بالمادة المعدنية المتحجرة وهذا يحفظ الشجرة الأصلية كلها حتى تفاصيلها المجهرية ٠

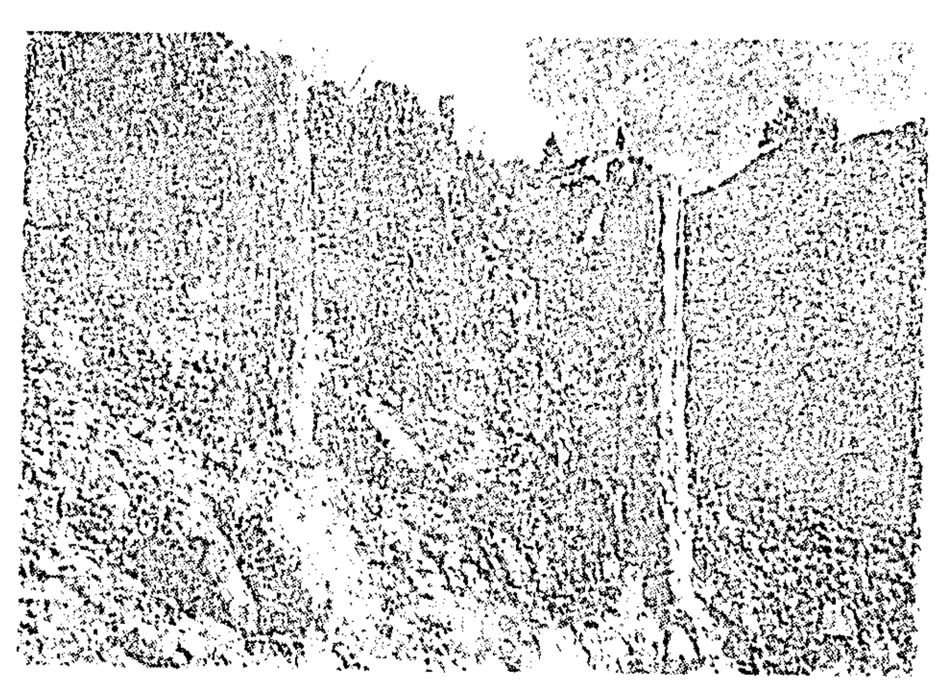
والمادة المتحجرة فى منطقة متنزه يللوستون تكاد تقتصر على السليكا أو الكوارتز التى يرجع أصلها الى الرواسب البركانية والتى حملتها المياه الباطنية الى الأشجار . وكان بعض هذه المياه حارا ٠ ويمكن استبعاد السليكا من قطعة من الأشجار المتحجرة المصقولة بغمرها فى حامض هيدروفلورى ٠ وهـــذا يعرض بقايا الخشب المطمور ويبين أن تركيبها الخلوى لا يزال محفوظا ٠ والشجرة الأصلية تحافظ عادة على شكلها حتى أنه يمكن قطعها بسكين أو يمكن عمل شرائح منها للدراسة كما تصنع شرائح من نبات حى ٠ كما يمكن عمل شرائح من الشجرة المتحجرة مبـــاشرة (انظر الصور) ٠

ولم تبق أوراق حفرية أو أى أجزاء رخوة فى عملية التحجر ٠ الا أن دفنها بسرعة تحت الرماد البركانى قد حفظت هذه المادة من التحلل بشكل مضغوط ، أو بشكل مطبوع، وبهذه الوسيلة احتفظ بأشكال النبات الأصلى (أما الحفريات الحيوانية فهى نادرة جدا فى يللوستون) وربما كان السبب فى هذا أن الحيوان يستطيع الهرب من المنطقة البركانية ، عندما يزداد الغبار البركانى ويصبح التنفس صعبا ٠

استطعنا حتى الآن أن نتعرف على اكثر من ١٠٠ نوع من النباتات من الطبقات الحاملة للحفريات على طول وادى نهر لامار ٠ ربعها من الصنوبريات والسرخسيات وغيرها من النباتات غير المزهرة ٠ أما الباقى فمن أشجار مختلفة مزهرة ومعظمها ذات أشجار صلبة ٠ وأكثرها انتشارا هى أشجار الجميز عريضة الأوراق والبلوط والجوز والكستناء والأشجار الحمراء والقيقب ٠ ومعظمها يقترب من أشجار الغابات المعتدلة الدفيئة ودون المدارية . مثل الموجود فى جنوب شرقى الولايات المتحدة ٠ كما وجدت أشجار التين والغار بوفرة نسبية ٠ وتوجد أقرب الأشجار اليها الآن فى الاقليم المدارى أما الأشجار النادرة التى اندثرت الآن فمن خلفها أشجار الكاتسورا الشرقية ، وأشجار



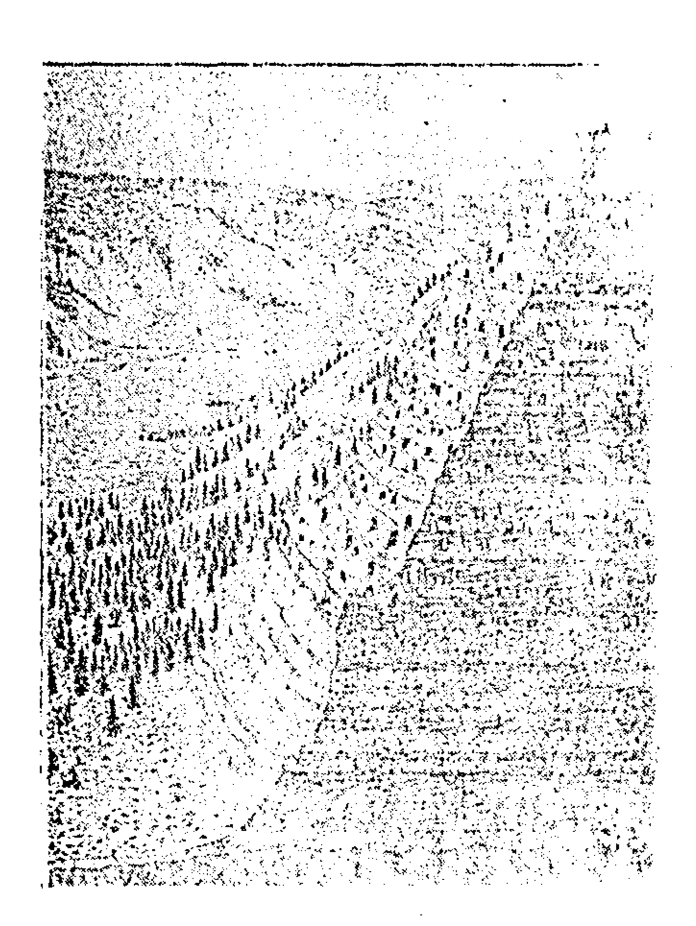
الغابة الحفرية هو الاسم العام الذى أطلق على هـــذا الموقع على السفح الشمالى الشرقى لجبل امثيست ، حيث عثر على بقايا متحجرة لســبع وعشرين غابة من غابات الايوسين • وقد أظهرت عوامل التعرية هـــذه الغابات الحفـــرية • وعلى الصفحة التالية رسم لها



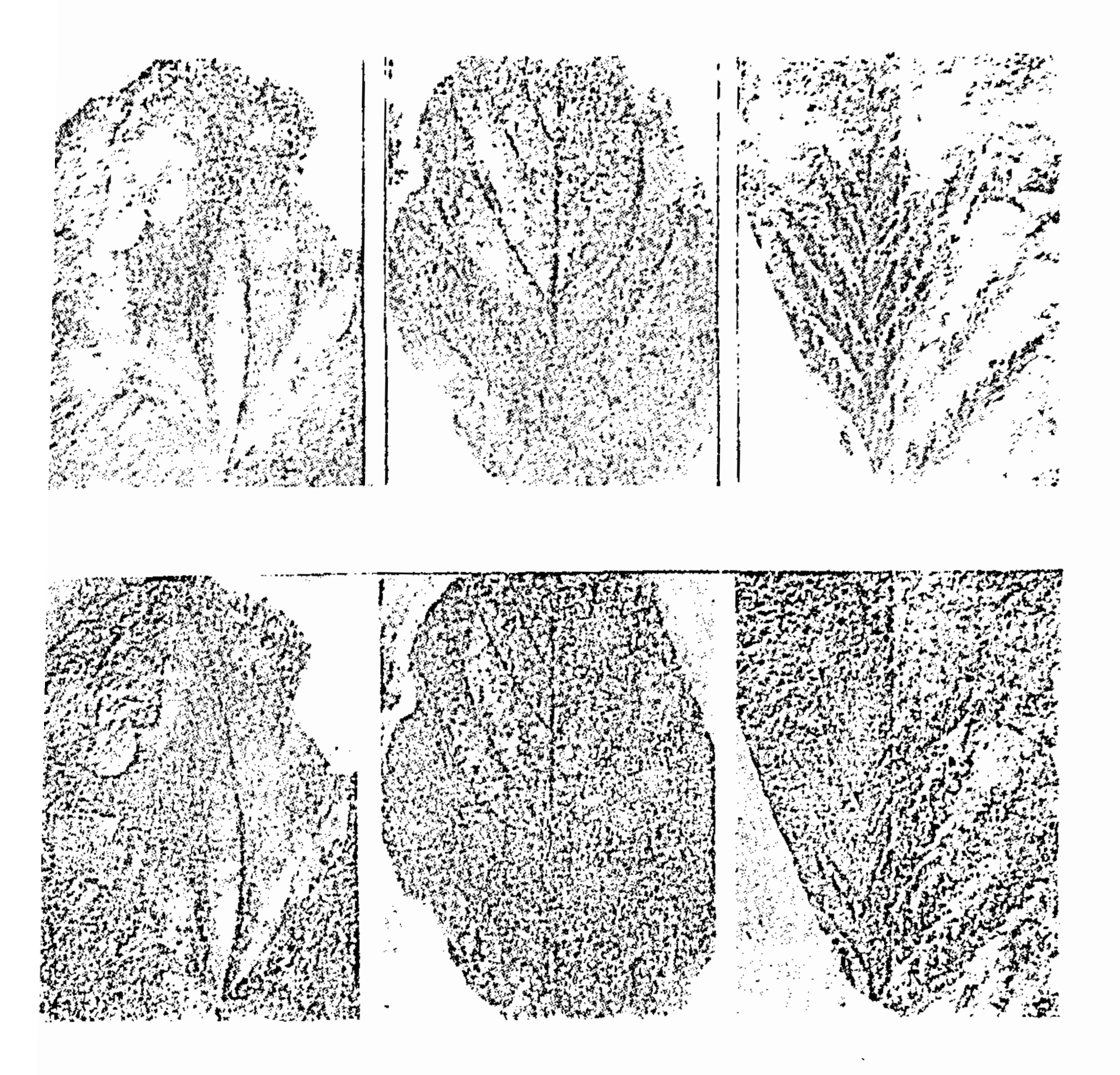
تكفلت عوامل التعرية بازالة الرماد البركانى الذى كان يطمر هذه الجذوع المتحجرة والتى ظلت مدفونة فيها منذ العصر الايوسينى المبكر (أى منـذ ٥٥ مليون سنة مضت) ويمكن مشاهدة الجذور اسفل الصورة الى اليمين والجذوع كانت تنمو فوق سفح سبسمن ردج •

الشاهبلوط وفاكهة الخبز · ٠١ها من بين الأشجار الأكل انتشارا فى غابات الايوسين فالسرخسيات المتسلقة . وأنواع من التوت والهيكورى والصفصاف والدردار ·

والنتيجة البسيطة التى انتهينا اليها حول الظروف المناخية التى كانت سائدة وقت نمو هذه الغابات فى عصر الايوسين هى أنها كانت تعيش فى ظل المناخ الذى تعيش فيه اقرب الأشجار اليها الآن · أى أن مناخ الايوسين كان نفس مناخ منطقة ساحل

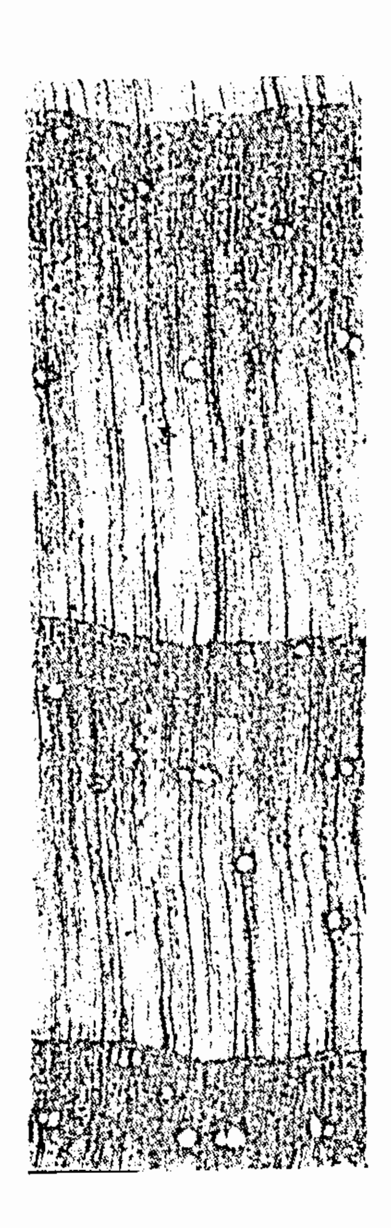


منظر جانبى لجرف فى منطقة الغابة الحفرية . شمال شرقى متنزه يللوستون ويظهر هذا المقطع ٢٧ طبقة من الرواسب البركانية ، تحتــوى على بقايا النباتات المتحجرة التى كانت تنمو فى عصر الايوسين · وتظهر جــذوع الأشجار المتحجرة ملونة · ويبلغ سمك الطبقات التى تحتوى على حفريات النباتات حوالى ١٢٠٠ قدما · وهذا الجرف يطل على وادى نهر لامار (يبدو الى يســار الصــورة)



ثلاثة انواع منقرضة من الأشجار . كانت تنمو فى غابات متنزه يللوستون خلال عصر الايوسين ، تمثلها أوراق أشجار حفرية من اعلى حفرية لورقة نوع منقرض من الجميز . أكثر الأشجار شيوعا فى عصر الأيوسين فى الوسط ورقة شجرة عنب . واقرب الأشجار اليها اليوم تنمو فى الغابات المدارية او شبه المدارية . الأوراق الابرية الى اليمين من اسفل وهى قريبة لأوراق السجرة الحمراء . وكل هذه الحفريات فيما عدا حفرية ورقة الجميز تحتوى على حزء من المادة الاصلية ومن ثم تسمى بالمضغوطات

الخليج فى جنوب شرق امريكا الشمالية فى الوقت الحاضر ٠ فقد جاء نتيجة عملية تبريد عامة بسبب الارتفاع التدريجى لجبال الروكى حتى وصلت الى ٧٠٠٠ قدم فوق سطح البحر خلال ٤٠ مليون سنة ٠



تركيب خلوى لقطعة خشب من شجرة الصنوبر متحجرة
الحزم السوداء تبين حزم النمو السنوية ــ هذا القطاع
قطع من الشجرة المتحجرة مباشرة بمنشار ماسى

وقد مكنتنا دراسة الأنواع النباتية المتحجرة فى الصـــخور البركانية لمنطقـــة يللوستون من ان نقرر بدقة اكثر من قبل عمر هذه الصخور · فبمقارنته هذه الحفـــريات النباتية بمثيلاتها من الأنواع الحفرية الموجودة فى أجزاء العالم الاخرى ، وجدنا اما انها ترجع لأواخر الايوسين أو أوائل الايوسين الأوسط (منذ حوالى ٥٥ مليون سنة) · وانها استغرقت أقل من مليون سنة تقريبا ·

هل من المنتظر أن يحدث نشاط بركانى كالذى حدث من قبل وطمر غابات متنزه يللوستون ؟ دلت القرائن الجديدة التى جمعها ف·ر· بويد من معهد كارنيجى على أن آخر اندلاع بركانى حدث فى هذه المنطقـة ، تم فى عصر البلايســـتوسين ، أقل من ١٠٠ر٠٠٠ سنة مضت · وتدل الينابيع والنافورات الحارة وغيرها من الظـــاهرات المائية الحرارية ، كما تدل الزلازل التى تحدث من حين الى آخر على أن النشاط البركانى فى هذه المنطقة فى حالة ركود فقط ، وأنه يمكن أن يستأنف فى متنزه يللوستون فى أى وقت ·

٩ ـ حشرات فى الكهرمان

تشارلم ث · برويز

الكهـرمان الذى اوقع بانواع الحشرات فى صمغ الصنوبر منذ ٣٠ ـ ٩٠ مليون سنة ، يمكن تقارن بالحشرات التى يمكن أن نجمعها تحت ظروف مشابهة اليوم ·

ان اكثر الكائنات الحية على الأرض عددا واشدها تنوعا وأكثر تخصصا هى الحشرات · ويقول بعض الناس أن عصرنا الحالى يجب ان يسمى عصر الحشرات لا عصر الانسان · وهناك من يقول أيضا ان الحشرات ستسود يوما ما عالم الأحياء فهل هناك دليل يؤيد هذا القول ·

ونحن لسنا فى حاجة كى نولى الخـوف الساذج من الحشرات اهتماما ، ونخشى انها ستقضى على نوعنا البشرى بنشاطها فى تحطيم محاصيلنا ونشر الأمراض بيننا ولكن الانسان بالقدر الهائل من الموارد الطبيعية التى يستهلكه وبتكاثره السريع اشد خطرا على نفسه من الحشرات · ولكن ماذا عن الحشرات ذاتها ؟ انها لا تزال فى ازدياد جحافل جبابرة تريد أن تستولى على الأرض ؟ ام انها بدات تنهار وتسير نحو الانقراض مثل الدناصر العملاقة وغيرها من الحيوانات المنقرضة التى كانت تسود الأرض يوما ما ؟·

ان الطريقة الوحيدة التى تقودنا الى اجابة عن سؤالنا هى النظــر الى تاريخ الحشرات الحفرى . فربما بتتبع سجل نشأة وتطور الحشرات خلال العصور الجيولوجية الطويلة نستطيع أن نحصل على شىء يشير الى اتجاهها . ولكن للاسف هذا السجل ناقص نقصانا شديدا . فمعظم أفراد الأحياء الذين مروا على هذا الكوكب قد ضاعوا الى الأبد وتحللوا . وكل ما بقى لنا هو بقايا بعض الكائنات العضـــوية التى حدث ان وقعت فى فخاخ طبيعية وتحولت الى حجارة قبل أن تتحلل . والسجل الصخرى مجدب تماما من أى أثر للحشرات ، لأن هذه الكائنات الدقيقة تفتقد الهياكل العظمية الصلبة التى لابد وان تتحول الى حفريات بسهولة .

غير ان هناك مستودعا هاما نستطيع أن نجد فيه حفريات الحشرات القـــديمة محفوظة بشكل أجمل منحفظها فى الصخر. هذا المستودع هو الكهرمان وهو عصارة شجرية قديمة توقع بالحشرات مثل أوراق الذباب ثم نصـــبها فتحفظ الحشرة كاملة ملايين السنين . قطع الكهرمان هذه التى عثر عليها فى كثير من أنحاء العالم تمدنا بمجموعات كاملة من الحشرات عمرها يتراوح بين ٣٠ ـ ٩٠ مليون سنة . وبلغ من دقة حفظها أنه يمكن ان تلاحظ تفاصيلها وتدرس كما تدرس الحشرات الحية ، ويمكن أن تخضع للعمليات المعملية الدقيقة .

واكثر الأماكن غنى بالحشرات القديمة هو الكهرمان البلطى الذى وجـــد فى المانيا . وكلنا يعرف الكهرمان البلطى ، فهو يقطع عادة الى حبات العقود وقطع الحلى. وكانت السيدات فى العصر الفكتورى ترتدى هذه الحلى لكى تبعد عنها مضايقات حمى الربيع وغيرها من أمراض الحساسية . وهذه القطع من الكهرمان تحتوى غالبا على حشرات صغيرة . والكهرمان البلطى هو عصارة قديمة لنوع منقرض من الصنوبر كان ينمو فى المناطق البلطية . خلال عصر الأوليجوسين منذ ٧٠ مليون سنة . وكانت العصارة تتصيد حشرات صغيرة عديدة عندما كانت تسيل من لحاء الأشجار . وقـد حفظت الحشرات فى هذه المادة اللزجة كما كانت دون أن تصاب بتشوه . وعنـدما تحولت العصارة الى كهرمان ظلت الحشرات فيها كأنما هى محفوظة فى مادة من اللدائن (البلاستيك) . وعندما تحللت الأشجار وذوت وانتهت بقى الكهرمان قطعـا صغيرة مدفونة فى التربة . وقد دفعتها ـ بمرور الوقت ـ عوامل التعرية فى البحر مع قطع التربة . ولما كان الكهرمان أثقل قليلا من ماء البحر ، فان الأمواج تلقى به على شواطىء البحرالبلطى. وتتراوح قطعالكهرمان الخامعندما يعثر عليها الآن فىالحجم. بعضها يزن رطلا أو اكثر ، ولكن معظمها أصغر من ذلك بكثير . ولحسن الحظ تحتفظ جيوب الأرض بقطع الكهرمان حيث يمكن استخراجها .

وليست كل الحشرات المحفوظة فى الكهرمان كاملة . حيث لم يوجد ما يمنـــع

تحلل بعض اجزائها الداخلية • ولكن مظهرها الخارجى ، حتى الشعيرات الدقيقة فيها محفوظ تماما لأن جلدها الخارجى مكون من مادة سميكة اسمها تشيتين (من كلمة يونانية معناها الدرع) • وعندما نفحص عينة من هذه الحشرات ، فاننا فى الواقع نفحص طابعها فى الكهرمان محاطا بصبغة مكونة من مواد متحولة او متفحمة • وقد فشلت كل محاولات تخليص الحشرة باذابة الكهرمان من حولها • فما أن يزاح الكهرمان الذى يحتويها حتى تتحطم الحفرية تماما • ولذلك يجب أن ندرسها وهى داخل الكهرمان •

والكهرمان النقى مادة شفافة ذات لون ضارب الى الصفرة أو السمرة البنية ، وغالبا ما يشوب الكهرمان كدرة من الحشرة المحبوسة فيه ، أو المواد النباتية او فقاعات هواء دقيقة وبخار ماء دقيق من تنفس الحشرة • وقد يخفى هذا الحشرة نفسها • ولكن من الممكن استنقاذ الحشرة بقطع الكهرمان وصقله وأخذ قطاعات منه للفحص الدقيق• وعمل شرائح او كتل صغيرة منه •

وقد جمعت عدة آلاف من حشرات الكهرمان ، تتراوح بين حشرات ناقصة وأخرى كاملة تماما • وقد قام عدد من مصنفى الحشرات ـ بما فيهم الكاتب ـ بعمل دراسات لحياة الحشرات التى كانت تعيش منذ ٧٠ مليون سنة ومقارنتها بالحشرات الحالية •

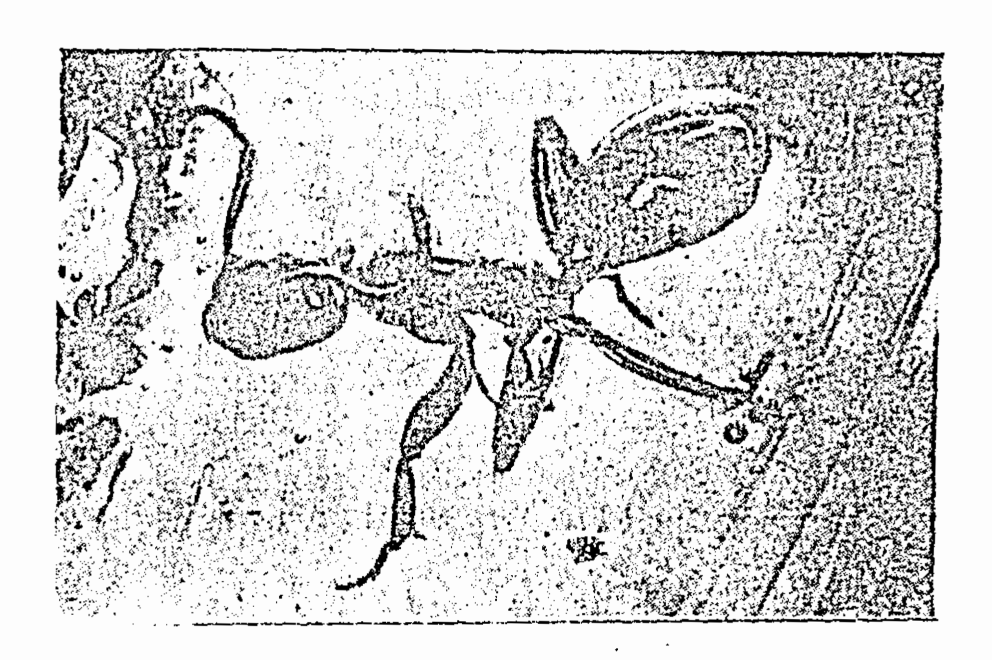
حسب علمنا ، ظهرت الحشرات على سطح الأرض لأول مرة منذ ٢٥٠ مليون سنة • وقد ظهرت فى الوقت الذى ظهرت فيه الفقاريات التى تتنفس الهواء • وكان من اقدمها حشرات مجنحة تختلف عن أى حشرات تعيش اليوم وبعضها ذات أجسام مصفحة مثل الصرصور الذى لا يزال يعيش فى المناطق الحارة على نفس الصورة القديمة • وقد سار تطور الحشرات قدما بسرعة وتنوعت أنواعا شتى وتخصصت تخصصا شديدا • وعندما بدأت الثدييات فى الظهور ، منذ ٧٠ مليون سنة كانت الحشرات قد تنوعت ووصلت الى اعداد تماثل عددها الحالى •

وكانت الحشرات حينئذ ، كما تبين من حشرات الكهرمان ، تشبه كثيرا الحشرات الحالية التى تعيش فى أوروبا وامريكا الشمالية المعتدلة • ولا تزال معظم اجناس الحشرات ، وكل عائلاتها باقية حتى الآن بشكل معدل •

ومن أبرز حشرات الكهرمان النمل • فهذه الحشرة المتخصصة تخصصا شديدا الاجتماعية ، والتى تكون اليوم مجموعة سائدة فى المناطق المدارية على وجه الخصوص ، كانت اكثر انتشارا منذ ٧٠ مليون سنة منها فى الوقت الحاضر • واكثر من ذلك كانت تتضمن أنواعا متعددة ، بعضها انقرض الآن أو اختفى من البحر البلطى

وتعيش فى مناطق أخرى من العالم . فمثلا اكتشف نوع من النمل لأول مرة فى كهرمان البحر البلطى ، ثم وجد أن خلفه يعيش الآن فى الملايو . وهنـــاك نوع من اليعاسب (الزنابير) الطفيلية وجدت فى الكهرمان ووجد أيضا معمرا فى أستراليا وجنـــوب أفريقيا . (اليعاسب من نفس فصيلة النمل) . ومن ناحية أخرى وجد أن أكثر أنواع النمل شيوعا فى كهرمان البحر البلطى لا يمكن تمييزه الا بصعوبة عن النمل الأسود الذى يبنى تلالا صغيرة Formica fosca . الذى يعتبر الآن أكثر أنواع النمل شيوعا فى أوروبا وامريكا الشمالية . ومن الواضح أن معدل التطور يختلف اختلافا كبيرا من نوع حشرى الى آخر . بعضها تطور بسرعة الى أنواع جديدة ، وبعضها لم يتغيـــر تغيرا يذكر . وعلى العموم فان الخنافس والذباب واليعاسب والبق وغيرها مما وجد فى الكهرمان يبدو أنها لا تختلف اختلافا كبيرا عن الحشرات الحالية .

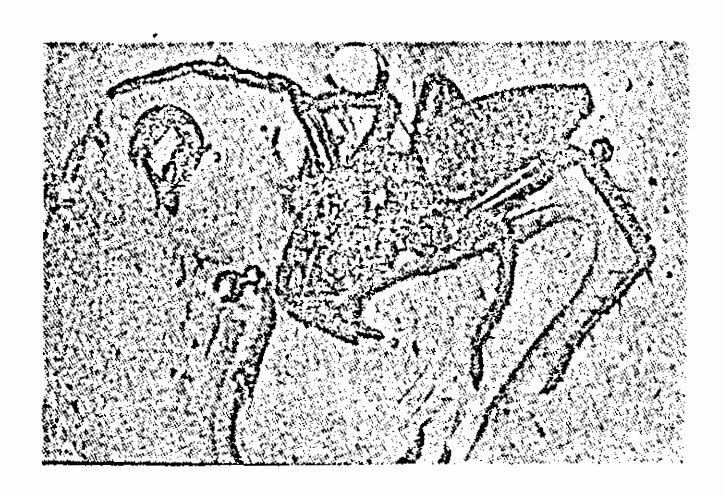
ولكننا لا نستطيع ان نتأكد من أن الحشرات التى وجدت محفوظة من الكهرمان تمثل تمثيلا صحيحا الحشرات التى كانت تعيش فى ذلك العصر الجيـولوجى . فمن الواضح أن الغابة كانت تزخر بعدة أنواع من الحشرات لم تمسك بها العصارة اللزجة وتتحول الى كهرمان ، بعضها كان أكبر وأقوى من أن يوقع به ، وبعضها كبيرا أو صغيرا لم تكن من عادته زيارة شجر الصنوبر . ومن ثم فان أى محاولة لاحصـــاء حشرات الكهرمان ومقارنتها بحشرات الغابة لابد وأنها تقع فى خطأ كبير .



متحف للحشرات المحفوظة فى الكهرمان . تبينه هذه الصور الأربع . وهى مأخوذة من مجموعة متحف الحيوان المقارن فى هارفارد

ومنذ عدة سنوات اجرينا تعدادا للحشرات الموجودة فى غابة من غابات الوقت الحاضر بما هو شبيه بحشرات الكهرمان البلطى . لكى نحصل على عدد السكان المقارن احصانيا والطريقة التى اتبعناها هى لصق أوراق مصمغة مثل أوراق الذباب على جذوع أشجار الصنوبر الكبيرة · فاصطادت هذه الأوراق الحشرات التى تمشى على الجذع أو تطير حوله كما كان الصمغ الصنوبرى القديم يصطاد الحشرات من قبل · ثم وضعت الحشرات التى تم صيدها بهذه الطريقة فى الكحول واستعيدت فى حالة جيدة للدراسة· وجاءت مجموعة الحشرات التى حصلت عليها وكان عددها ٢١٠٠٠ حشرة من غابة هارفارد بمساسوشتس . حيث تنمو الأشجار بشكل طبيعى كما كانت تنمو فى عصر الاليجوسين أى ٢١٠٠٠ حشرة ·

وكما توقعنا ، وجدنا أن معظم عيناتنا من الأنواع الصغيرة من حشرات الغابة وهذا يثبت أن ندرة الحشرات الكبيرة فى الكهرمان ليس معناه أنه لم تكن توجد حشرات كبيرة فى عصر الاوليجوسين · وفى عدنا للحشرات وجدنا مفاجأة · فلقد كان البعوض يضايقنا باستمرار ونحن نعمل فى الأجزاء الرطبة من الغابة ، كما كانت تضايقنا أسراب الذباب وذباب الغزال ، التى كانت تتحرك فى أسراب كبيرة وتوسعنا عضا بلا رحمة · كما وجدنا بعوضا كثيرا قد اصطادته الأوراق المصمغة · ورغم ذلك فاننا لم نجـد اننا قد اصطدنا أكثر من ٢٠ بعوضة ، و ١٨ ذبابة سوداء و ٣ ذبابات غزال · وهذه الحشرات كما هو واضح لا تمثل الا نسبة ضئيلة من حشرات الغابة ، والسبب فى ذلك أن هذه الحشرات تبحث عن الحيوانات ذوات الدم الدافىء · وهذا شىء جعلنى أوليه اهتماما خاصا بوصفى انتومولوجى ·



وتقسم الحشرات الى ثلاث مجموعات كبيرة · الأولى بدائية . ليس لها أجنحة تصل الى سن النضج بدون تغير · (هذه المجموعة لا تشمل البراغيث أو القمل ، التى

انحدرت من أسلاف كان لها أجنحة ولكنها فقدتها عندما أصبحت طفيلية) · والثانية تمر فى حالة تحول جزئى ، عندما تنضج وتتخذ لها أجنحة · والثالثة تمر بمراحل ثلاث متمايزة · اليرقة والعذراء وأخيرا الحشرة الناضجة المجنحة · وهذه المراحل الثلاث تمثل السبيل التطورى الذى مرت فيه الحشرات ، بدءا من أكثرها بدائية حتى أعلاها تطورا · وفى العصر المبكر أى منذ ٢٠٠ مليون سنة كانت المجموعة الأولى هى السائدة أما اليوم فالمجموعة الثالثة هى السائدة ·

ماذا تظهر المقارنة بين حشرات الورق المصمغ التى جمعناها مع حشرات الكهرمان البلطى من حيث مسار التطور خلال ٧٠ مليون سنة · الشىء الهام الذى تظهره هو أن الحشرات الأكثر تخصصا هى التى تسود · فمثلا تأمل أكبر الفصائل وأكثرها تخصصا وهى الذباب · فان الذباب أكثر عددا الآن مما كان عليه من قبل · ونسبته أكبر فى المجتمع الحشرى · وهى تكون فى الكهرمان ٥٤٪ من مجموع الحشرات التى امسك بها الصمغ القديم · وفى الأوراق المصمغة التى وضعناها ، تمثل ٧٢٪ من مجموع الحشرات كلها · ولا سيما المجموعة التى تعرف باسم Muscoidea التى تشمل الذباب المنزلى العادى ، ذباب الفاكهة واضرابهما · فهى تزداد زيادة كبيرة نسبيا · ورغم ذلك ، فان الذباب لم يظهر تفوقا أو تقدما تطوريا خلال الملايين الأخيرة من السنين · وقد كان بعض حشرات الكهرمان بنفس درجة التخصص الموجودة عليها الآن ·



وأكثر من ذلك ، فليس كل الحشرات المتطورة قد زادت عددا · ومن الأمثلة العجيبة على ذلك النمل : وهى حسب احصائنا تمثل تسع الحشرات ، عددا وانتشارا ، فى الماضى كما فى الحاضر ·

وقد وجدنا فى الدراسة المقارنة لنسب الحشرات المختلفة ان الحشرات البدائية تقل عددا خلال السبعين مليون سنة الماضية · كمـــا ازدادت الحشرات المتطـــورة والمتخصصة فى النسبة والمعدل معا · ولكن مجتمع الحشرات بصفة عامة لم يختلف اليوم عما كان عليه فى الماضى · فكل الفصائل الكبرى للحشرات الموجودة الآن كانت تعيش فى عصر الاوليجوسين · وهناك أنواع معينة ظلت محافظة على شكلها منـــذ عصر الاليجوسين حتى الآن · وبقيت كما هى خلال سبعين مليون سنة · مما تشـــير الى ثبات عجيب . مما لا يعطى اى أمل فى التطور مستقبلا · واكثر من هذا فحشرات هذا العصر الجيولوجى كانت شديدة التنـــــوع . بل انها فى بعض المجموعات التى استطعنا دراستها كانت أشد تنوعا فى الاوليجوسين منها فى الوقت الحاضر ·



هل نستطيع أن نقول اذن أن عصرنا هـــــذا هو عصر الحشرات ؟ هل لا تزال الحشرات تتزايد عددا وتنوعا . أم انها مرت بعصرها الذهبى منذ زمن ؟ اننا لا نستطيع أن نقارن بين عددها فى الاوليجوسين وعددها الحالى · ولكن ما استطعنا ان نحصـــل عليه يجعلنا نقول أن كثيرا من مجموعات الحشرات قد انقضى عصرها الذهبى · ورغم أننا لا نزال فى عصر الحشرات . الا أن الحشرات تجاوزت عصر ازدهارها ·

وأى طريق ستسير فيه فى المستقبل ؟ هذا مالا نستطيع ان نتنبأ به · لأن الانسان نشط فى تحطيم بيناتها بسرعة · وان سير المدنية بوسائلها الجبارة كفيل بأن يعيـــد تركيب عالم الحيوان كله · وما ندرى أشرا اراد الله بنا أو خيرا ·

١٠ ـ السلوك الحفرى

أدولف سايلاشر

أغسطس ١٩٦٧

بعض الحفريات تمثل أثر أو حفر الحيوانات القـــديمة . ومن الصعب أن يتعرف على أصحاب هذه الآثار ولكنها تبين كيف سلك الحيوان وكيف تطور هذا السلوك ٠

معظم ما هو معروف عن تطور الحيوانات والنباتات تعلمناه من الحفريات ٠ وقد يظن المرء أن هذه المعلومات قاصرة على التغيرات التشريحية التى حدثت فى الكائنات العضوية ٠ ولكن هذا ليس كل شيء ٠ فهناك طائفة من الحفريات تمدنا بقرائن عن سلوك الحيوان ٠ وهذه الحفريات ليست من بقايا الحيوان . ولكن من آثار الحيوان ومما تركه من حفر ٠

ومعظم هذه الحفريات عـــلامات متروكة على الرواسب اللينة لقاع المحيطات القديمة . تركتها لافقاريات قديمة . وديدان بحرية : واسماك نجمية وحلزونية بحرية

ومفصليات قديمة مثل التريبوليت وما شابهها · وقد حفظت كل ما تركته هذه الأحياء من انفاق وقنوات وعلامات التغذية اما بشكل غائر او بارز فى الطبقات الرسوبية التى تحولت بعد ذلك الى صخر · ويطلق علماء الأحياء القديمة على هذه العلامات اسم الآثار الحفرية · ويقسمونها اقساما وطوائف ويطلقون عليها أسماء · ويستفيد منها الجيولوجيون اذ أنها مؤشرات على عمر التكوينات التى لا توجد بها الحفريات المعهودة· وهذه الآثار القديمة تفيدنا فى التعـــرف على العـــلاقة بين الكائن الحى والبيئة أى الايكولوجيا فى المحيطات القديمة · وهذا المقال مختص بما تميط عنه الآثار الحفرية من لثام عن سلوك الحيوان الذى أوجدها . وكيف تطور هذا السلوك خلال مـلايين السـنين ·

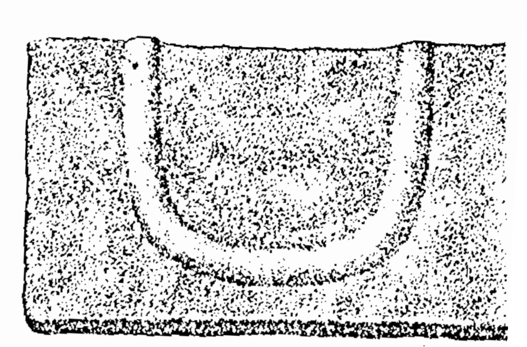
وأهم ما نسأله عن الآثار الحفرية هو : أى حيوان هذا الذى أوجد هذا الأثر وهذا سؤال من أصعب الأسئلة . الا فى حـــالة بعض أنواع التريبوليت وبعض المفصليات وربما ظلت هذه الآثار سرا الى الأبد . الا أن هذه الآثار يمكن أن تصنف حسب السلوك الذى أدى الى ظهورها · فمثلا حفرة حفرت كمأوى تختلف عنه حفرة حفرها حيوان ليتغذى على الرواسب منها · كذلك الحيوان الذى يتغذى على سطح قاع المحيط ، يصنع أثرا وهو يبحث عن غذائه يختلف عن الأثر الذى يتركه وهو يهرب من حيوان مفترس

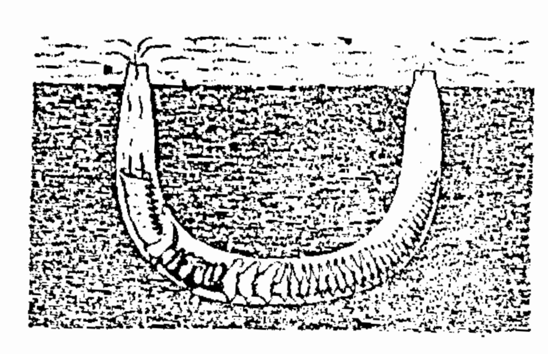
وقـــد وجـــدت من المفيد أن أضـــع آثار الحفـــريات فى مجموعات تمثـل انشطة · الأولى تمثل الزحف . لا تمثل أكثر من حـركة بسـيطة . والثانية العلامات التى تركتها الحيوانات وهى تتحرك فى قاع المحيط والثالثة تتكون من آثار التغذية . وهى تختلف عن الحفر التى يحفرها الحيوان فى قاع الرواسب · والرابعة تتكون من علامات الاستراحة . وقد تركتها الحيوانات التى كانت تأوى مؤقتا فى القيعان وتدفن نفسها فى الرمل · والمجموعة الأخيرة تتكون من حفر المساكن . وهى المأوى الدائم للحيوان . مثل الديدان البحرية التى عاشت وتغذت دون أن تتحرك من مكان الى آخر، بل كانت تجمع غذاءها من خارج الحفرة ·

ومن وسائل استعادة طرق السلوك الحفرى . هى أن نتصور نموذجا على شكل برنامج اوامر . مثل الذى يقدم للحاسب الآلى · ويمكن أن نختبر دقة أو صحة النموذج بأن نقرر ما ان كان تتابع الأوامر سيعطى نفس الاستجابات التى تتفق مع السـلوك الحفرى · تفيدنا « الصخور الانبوبية » . وهى صخور شاطىء البحر التى أصبحت صخورا رملية . والتى أطلق عليها هذا الاسم بسبب وفرة الحفر الانبوبية العمودية التى كانت مساكن للحيوانات البحرية بها وهذه الصخور تعرف باسم اسكوليثوس Scolithos ويبدو انها من عمل حيوانات ذات سلوك بسيط · فنموذج سـلوك هذا الحيوان يتكون من امرين · الأول هو : احفر راسيا بمقـــدار طولك ن مرات .

والثانى « تحاشى تقاطع حفر أخرى » · مثل هذا السـلوك يكفى لاحداث صـخور انبوبية ·

والآثار الحفرية التى تركتها الحيوانات التى تتغذى على الرواسب اما بالسعى فى القاع او بحفر انفاق فيه ، تظهر نمطا واضحا للسلوك · فالمادة الغذائية الموجودة فى اى مساحة من الرواسب تستخلص على احسن وجه بالحركة المنتظمة فى الرواسب، دون الحركة العشوائية · والحيوانات التى تتغذى على الرواسب تترك اثرا منحنيا او متفرعا بانتظام ، وتنحنى هذه الآثار بانتظام عجيب مما يترك نمطا مبتكرا واحدا · وقد اشار العالم الباليونتولوجى الألمانى رودلف روشتر منذ اربعين عاما الى اهميـة الآثار الحفرية التى تركتها الحيوانات القديمة واسماها Helminthoida labyrithica





اثر حيوان زاحف · واحد من خمسة اثار تدل على عمل الحيوان ولكنها نادرا ما تدل على الحيوان ذاته · وكلها فى هذه الصفحة ترجع ـ على الأرجح ـ لحيوان التويبوليت

ـ يسار : اثر حيوان يبحث عن غـذائه · الى اليمين اثر جحـور لحيوانات كانت تعيش فى قاع المحيط

نفق حفره حيوان فى رواسب قاع المحيط · وكان النفق ملجئا له

وكان الحيوان الذى ترك هذه المتاهة H. lab. يتغذى على الرواسب · وتوجد هذه الانفاق فى الصخور الرسوبية الدقيقة فى جبال الألب والاسكا وهى مكونة عادة من الطين silts & mars من العصرين الكريتاسى والايوسيتى (ما بين ١٢٥ ـ ١٣٦ مليون سنة) · ويبدو من ابحاث رشتر وتحليله أن الحيوان نفذ أربعـة أوامر فقط ، الأول « تحرك افقيا داخل طبقة رسوبية واحدة » · والثانى « بعد أن تتحرك وحدة واحدة انحن على شكل حرف U » · وهنا يبدو أن حركة الحيـوان كانت متجانسة الثنيات ·

اتصال دائم بنفقك أو نفق آخر » • وهذا ما يســميه علماء الاحياء حركة لا ارادية للتقارب مع حيوان أو شيء آخر thigmotaxis • ومعنى وجود هذه الحركة انفاق أخرى قريبة منه • والأمر الرابع « لا تقترب من أى نفق آخر أكثر من مســافة (د) » • واطاعة هذا الأمر يجعل الحيوان لا يتقاطع فى نفقه مع نفق حيوان آخر • والواقع أن هذا التقاطع فى الانفاق لا يوجد مطلقا فى الحفريات •

وهذا البرنامج المثالى لا يبين طبعا الاستجابات الحسية التى سمحت للحيوان أن يتبع هذه الأوامر • ومن الممكن على أية حال أن نخمنها • ولا حاجة فى حالة ثلاثة أوامر منها الا لعمل سلبى أو اجابى • فالحيوان وهو يحفر أنفاقه اما أن يقترب من مثير كيمائى أو يبتعد عنه • وكان لكل حيوان ـ كما يبدو ـ رائحة خاصة تستشعر بهســا الحيوانات الأخرى طرقها • وهى تتحرك أفقيا ، وبذلك تطيع الأمر الأول • أما طاعة الأمرين الثالث والرابع فمن الصعب أن نفهمها • الا اذا أخذنا فى الاعتبار عملية قضم الرواسب أثناء حركة الحيوان فى النفق الذى يصنعه • ومن الممكن مشاهدة أمثــال هذه المناطق التى حدث فيها اضطراب فى الحركة فى الحفريات • ويبدو أن الحيوان استطاع أن يميز كيمائيا بين المناطق التى حفر فيها والمناطق التى لم يحفر فيها فى الرواسب •

أما الأمر الثانى الذى يعتمد عليها دوران الحيوان ، فلابد وأنه يعتمد عــلى مثير كيمائى • ولكى يتم هذا النفق فلابد وأن الحيوان كان على شكل دودة • وكان طول جسمه بمثابة مقياس له • فما أن يحفر مقدار طوله ، حتى ينحنى ذيله ويستدير ليحفر مقدار طوله مدة أخرى فى الاتجاه المضاد وهكذا ، فتوجيه الذيل اذن لكى يســتدير الحيوان فى شكل U هو الوسيلة الوحيدة التى يمكن أن يتخذ فيها النفق هــذا الشــكل •

ومن حقائق الحياة الحقيقية ، التى أغفلت فى البرنامج السابق ، هو الحــاجة الى عصيان الأوامر وهذا يحدث كثيرا • فاذا حفر حيوان هـ • لابرنتيكا نفقه بين نفقين آخرين مثلا ، فمعنى اطاعته للامر الأول والثانى هو أن يظل حبيسا ، فلابد له وأن يعصى الأمر الأول ويتحرك أعلا أو أسفل وفى هذه الحالة يصبح عصيان الأمر ضروريا للبقاء •

ويظهر من متابعة حركة الأنفاق التى يصنعها الحيوان ، وانحناءاتها يمينا ويسارا أن الأوامر لم تكن غير مرنة • فطول الانحناءات يختلف من جحر الى آخر ، بعضها قصير وبعضها طويل • ويمكن أن نستنتج من قصر ضلع انحناءة مثلا أن عقبة ما كانت فى طريق الحيوان فانصاع للامر الذى يبدأ بكلمة تحاشى » • وأن الضلع الطويل جــاء نتيجة وجود ما شغل الحيوان من أن يستمر فى انحناءاته • ولا سبيل لاختبار ظاهرة

الضلوع القصيرة • وقد بين فحص عدد كبير من هذه الجحور أن الانحناءات الطويلة كانت دائما مقترنة بوجود انثناءات ثانوية • .

ومن الممكن توقع انماط مختلفة من السلوك تاتيها الحيوانات المختلفة بسبب اختلاف أنماط الحركة ، والتغذية والاستجابة للاوامر بل وبسبب اختلاف طول اجسامها وقدرتها على الانحناء والثنى • فحيوان لابرنتيكا H. Labytinthica يستطيع أن يصنع انحناءة حادة • بينما الحيوان الذى صنع جحر اقل مرونة فى حركته كما يبدو • وتبدو انثناءاتها كمسيل الدموع • ومن ثم فقد كان هذا الحيوان اقل حساسية لما يجاوره من حيوان أو أنفاق •

وهناك مثال آخر يجب أن نذكره لأنه يبين لنا كيف أن الاختلاف فى برنامج الأوامر يؤدى الى متاهة (جحر على شكل متاهة) معقدة • فهناك فى جبال الألب والاسكا وغيرها من مناطق الجبال الالتوائية مجموعة من الصخور الرملية تسمى الرمل الرمادى graywacke وفى قاع هذه الطبقات توجد آثار معقدة تسمى Spirohaipe واذا ادخلنا لولبا ، ثم جعلناه ينحنى فى النفق ثم دفعناه مرة أخرى فاننا نستطيع بذلك أن نتبع مسار جحر هذا الحيوان اللولبى !

وقد ظننت فى بادىء الأمر أن من الصعب وضع برنامج أوامر لكى تحصل على مثل هذا الجحر اللولبى • وبمقارنة عدد من هذه الجحور اكتشفت « أخطاء » صغيرة فى كثير منها • ووجدت أنه فى كل حالة اضطر الحيوان الى النكوص والخروج من الجحر ، لأن حيوانا غريبا احتل مكانه • واتضح مغزى هذا كله : كل حفرية كما يبدو كانت تحتفظ بمستوى أفقى واحد فقط ، من جحر متعدد الطوابق ذى أبعاد ثلاثة • أما الجسم الغريب فهو من عمل نفس الحيوان وهو يشق طريقه الى أسفل • ولم يحتفظ بالجزء الأعلى من الجحر •

ورغم أن الجحور ذات الأبعاد الثلاثة مركبة معقدة ، الا أن البرنامج المطلوب للقيام بها أسهل من البرنامج المطلوب لتنفيذ النمط ذى الدور الواحد ، فهى لا تحتاج الا الى اضافة امرين آخرين للاربعة السابقة • الأول هو بعد أن تتلوى الى أسفل أعمل انحناءة على شكل واتصل بالنفق المجاور أفقيا • اما الثانى فهو بعد أن تتلوى الى أعلا ، اتجه الى أسفل واتصل بالنفق المجاور رأسيا • وتستطيع هذه الدودة أن تفرق بين الانحناء الى أعلا والانحناء الى أسفل وهى فى ذلك تشبه الديدان منتظمة الحركة التى تنحنى انحناءات أفقية • وعندما كانت الدودة تتثنى داخليا كان رأسها أكثر انحناءة من ذيلها • وعندما كانت تتثنى خارجيا كان ذيلها اكثر انحناءا •

كيف تستطيع أن تعرف تطور سلوك هذه الحيوانات من آثارها ؟ تستطيع ذلك بأن تدرس أولا مجموعات الآثار الحفرية التى تظهر مرتبطة بعضها بالبعض الآخر

وهـــذا ممــا يميــز انفـــاق هذه المتـــاهة · والامر الثـــالث « كن عـلى فى الزمان والمكان · منها مثلا عائلة جـــرافوليبت Graphoglypt · وقد ذكرنا اثنين من آثارها · وهذه المجموعة او العائلة ظهرت فى وقت واحد . اذ انها وجـدت فى تكوينات العصر الكريتاسى او الثلاثى (ما بين ١٣٥ ـ ٢ مليون سنة مضت) وهى توجد فى نفس النوع من الصخر ومحفوظة ـ بنفس الوسيلة · ويبدو على ضـــوء العوامل المشتركة فيما بينها أنها حفرت بواسطة حيوانات متقاربة فى النوع تقـــاربا شديدا ، رغم أننا لا نعرف هذه الحيوانات · وعندما نفحص المجموعة معا يمكن ترتيب أجناسها وأنواعها المختلفة ، ويمكن أيضا ترتيبها فى اتجاهات تطورية معينة ، ومعرفة الأنواع التى تعطى أصحابها حرية أكثر فى الحركة . والأنواع الجامدة الحركة · وحرية الحركة هذه تمكن أصحابها من أن يسعى بحرية أكثر فى سبيل غذائه ، وهذا عامل له قيمته الواضحة فى الانتخاب الطبيعى ·

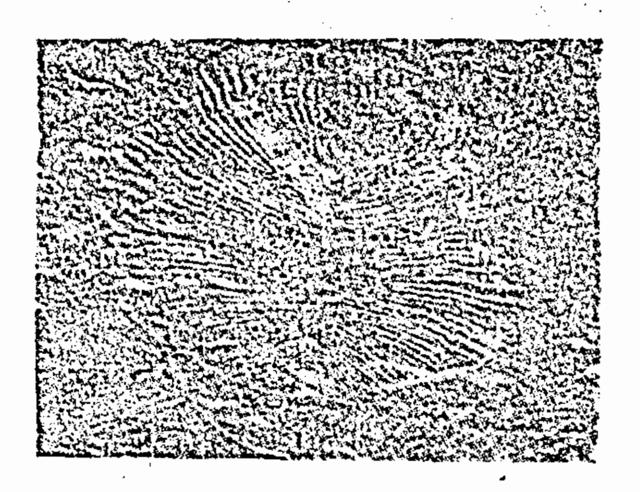
وهناك مثال آخر من تطور السلوك ، يظهر من تتبع الآثار الحفرية وتبين التغيرات التى حدثت ابان ملايين السنين فى السلوك ، الخاص بوظيفة احيائية معينة · والوظيفة البديهية التى تدرس هى البحث عن الغذاء ، وهنا نجد أن هناك طرقا مختلفة للبحث عن الطعام غير التلوى والانثناء · وأبسط طرق التثنى هو ما يشبه حبو الأطفال ، فالتثنى هنا يكون سلسلة من الدوائر التى تتباعد مراكزها قليلا · وبرنامج الحبو له امر واحد ، اتخذ جانبا واحدا ولكن لا تتبع نفس المسار » · والحبو يغطى مساحة أقل مما يغطيه التثنى ·

وهناك وسيلة أخرى للسعى فى طلب الطعام لدى هذه الحيوانات البدائية وهى طريقة أفضل من سابقتيها ألا وهى التحرك فى شكل لولبى نحو الخارج · وكلما كان اللولب أكثر تماسكا كان البحث عن الطعام أجدى وبرنامج هذه الحركة يتكون من أمرين « سر فى دائرة ذات اتجاه واحد » و « كن على اتصـــــال بحلزونات اللولب السابقة » · وهذان الأمران أسهل من البرنامج ذى الأوامر الأربعة ولكن الحــــركة اللولبية أقل كفاءة من التثنى · اذ أنه يترك فراغات لا تستغل طعامها ·

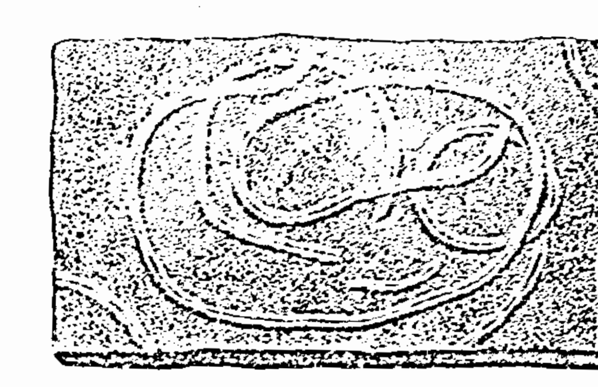
دراسة مجموعات متعددة من الآثار الحفرية تبين أن الانتقـــال من البسيط الى المركب من حركة السعى نحو الغذاء انما هى حركة تطورية · (انظر الشكل) · اذ لم يكن هناك حيوان واحد من حيوانات قاع المحيط قد تعلم الحركة الانثنائية فى العصر الكامبرى ، أى فى بدء زمن الحياة الحديثة منذ ٦٠٠ مليون سنة · وبدأت بعض أنواع التريبلوليت فى ممارسة الحبو ، كذلك بعض الحلزونات البحرية · ويظهر آثار الحبو فى عدد من الحفريات غير المتجانسة ترجع الى عدد من أنواع الديدان غير المعروفة · وذلك بعد نهاية العصر الكامبرى وفى العصر الاوردوفيشى (ما بين ٥٠٠ ـ ٤٢٥ مليون

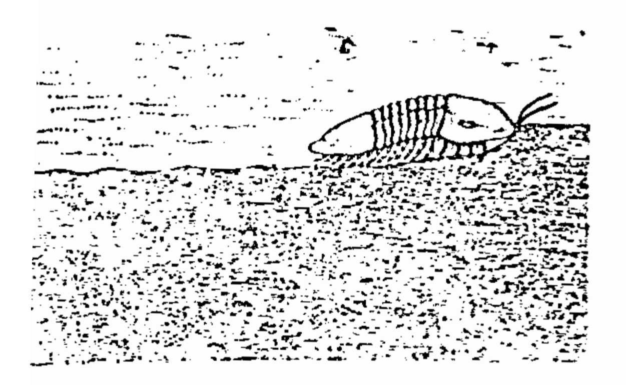
سنة مضت) ٠ ثم ما لبث الحبــو أن انتهى تمـــاما وبدات التريبوليتات والديدان والحلزونات فى البحث عن غذائها وهى تتلوى وتتخذ طرقا منحنية ٠ مع بعض حركات حلزونية ٠ أما الانحناءات المعقدة والأشكال اللولبية المركبة فهم تظهر الا فى تاريخ جيولوجى متاخر ، ليس قبل العصر الكريتاسى (بين ١٣٥ ـ ٦٢ مليون سنة مضت) وهى تشير الى تقدم أكبر فى السعى وراء الرزق ٠

وهناك مثال موثق جيدا لحالة حـــدث فيها تغير تشريحى مصحوبا بتغير فى السلوك كما بينته الآثار الحفرية ٠ فحفرية دكتيوتورا Dictyodora من عمـل حيوان يتغذى على الرواسب غير معروف ، كان يحفر انفاقا فى قاع المحيط ثم يردم الأنفاق من ورائه ٠ ويبدو أن هذا الحيوان كان مزودا بخرطوم طويل رفيع كان يمكنه أن يتصل بالماء فوقه ٠ وكان هذا الخرطوم يترك آثارد وراءه وهو يتحرك داخــل الرواسب ٠



وكان هذا الحيوان لا يستطيع أن يبحث عن غذائه الا خلال بضعة ملليمترات قليلة فى الرواسب ، وذلك من العصر الكامبرى حتى الديفونى أى ما بين ٦٠٠ و ٣٥٠ مليون سنة مضت ٠ وكانت خراطيمها قصيرة ٠ الا أن هذه البيئة البحرية الصغيرة كانت فى متناول عدد من الأحياء الصغيرة المنافسة ٠ وعندما حل العصر المسيسيبى أى منذ ٢٥٠ مليون سنة أصبح فى امكان هذا الحيوان أن يتغذى على رواسب أعمـق قليلة الازدحام بالحيوانات الأخرى ٠ وأصبحت خراطيمها أطول ، وابعد غورا فى الرواسب من منافساتها ٠





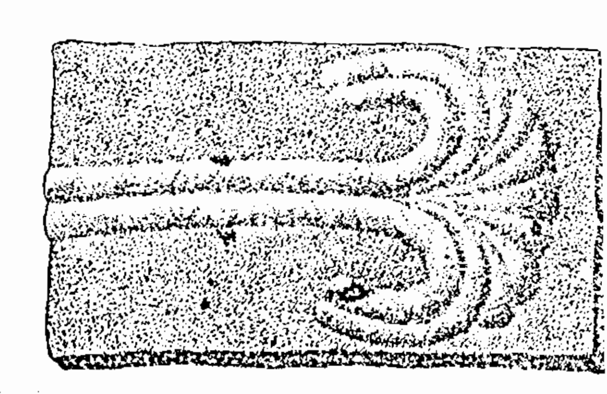
اثار حفرية تركها حيوان يبحث عن غذائه فى رواسب قاع المحيط .
اثار حفرية افقية مكونة من انحناءات ، عملتها ديدان غير معروفة والرسم فى اليسار يوضح كيف كانت الدودة تحفر طريقها فى الرواسب

وكما تطورنا الدكيتودورا تشريحا ، غيرت سلوكها ٠ فقد كانت فى الالاف السنين السابقة لا تبدأ فى تناول غذائها قبل ان تحفر طريقها الى مستوى معين ٠ غير ان حيوانات عصر المسيسبى حفرت طريقها واكلت ما به من رواسب، تاركة اثارا حلزونية وراءها ، قبل ان تبدأ حركتها المنحنية الأفقية ٠ واكثر من ذلك فالطرق الملتوية الحديثة لم تعد مثل الطرق القديمة ، فهى تدور وتلف بشكل دائرى حـــول حركتها الراسية الأولى ٠

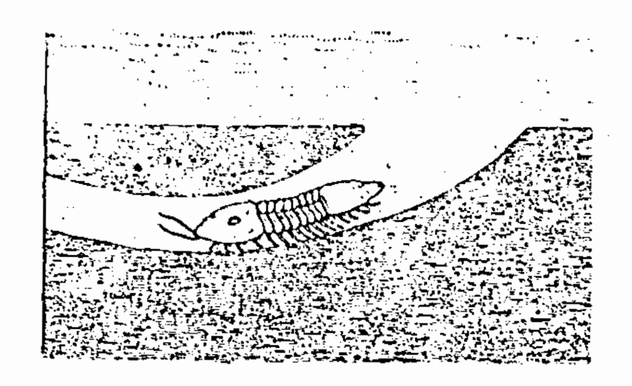


اثار حلزونية تركتها حيوانات شبيهة بالديدان
والشكل يوضح ان الحفرية احتفظت بالجزء الافقى فقط من الجحـــر الذى كان ذا ابعـاد ثلاثة

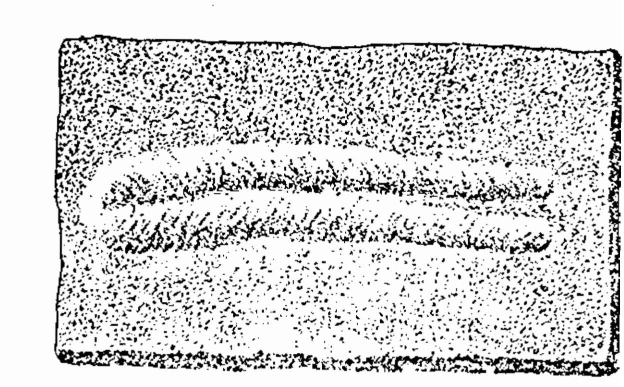
ومع مرور الزمن أصبحت الدكيتودورا ابسط . وهناك نسبة عالية من اثار هذه الحيوانات التى ترجع الى العصر السيسبى موجودة فى تكوينات المانيا الشرقية حيث لا توجد الانحناءات السايبة مطلقا . وحيث حلت محلها الانحناءات الدائرية وتظهر فى الآثار الحفرية فى جنوب النمسا ما يدل على تطور اكثر فى السلوك . فمعظم الجحور

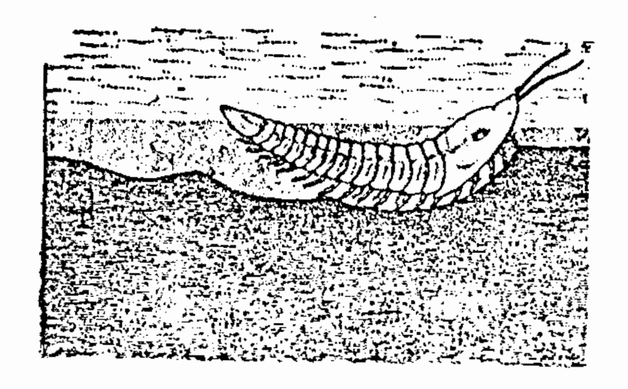


آثار حفرية تركها حيوان يبحث عن غذائه فى رواسب قاع المحيط وهـــو جحـر



حيوان يصنع جحرا فى رواسب قاع المحيط ويتغذى على المادة العضوية التى يستخرجها من الطين . والحجر فى الوقت نفسه يكون مأوى له .





آثار حفرية تركت منذ ١٥٠ مليون سنة . فى العصر الكامبرى كان الحيوان الذى ترك هذه الآثار يعيش أسفل الرواسب ببضعة ملليمترات (أ) — فى الوسط (ب) أثر لحيوان كان يتلوى داخل الرواسب ويرى تخيل له ذى ثلاثة أبعاد

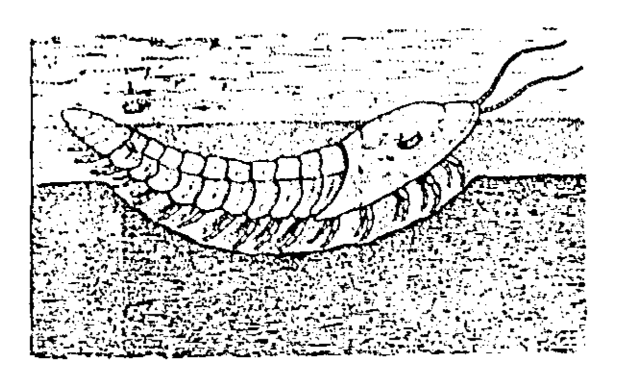
ليس بها انحناءات مطلقا ، انما الموجود جحور رأسية • ومن المشكوك فيه أن تظل الحيوانات فى جحورها طول الوقت • فربما ارتفعت فى فترة تكاثرها فوق الرواسب• ومن ثم كان عليها أن تحفر جحورا أخرى ، ان لم تكن قد بدأت دورة حياة جديدة تماما •

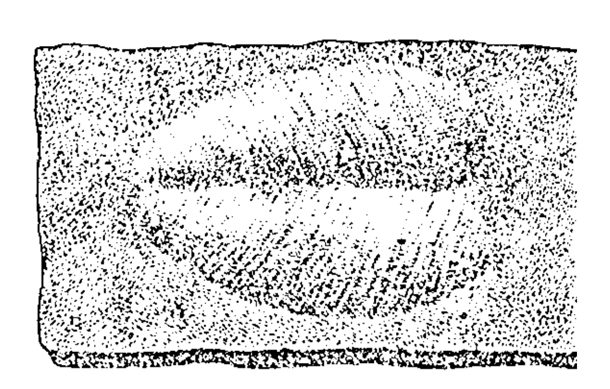
وتشمل الآثار الحفرية جحور حيوانات قليلة أخرى كانت تعيش مستقرة • وهذه الجحور تشكل حياة الحيوان كلها • منها الزوفيكوس Zoophycos وهو جحر دودة غير معروفة ، كانت تتغذى على الرواسب بتشكيل انحناءة حرف Ω تصنع على هيئتها جحرها • وكان لجحرها فتحتان ثابتتان فى الرواسب الا أن الجحر كان يتحرك حركة بطيئة تدل عليها آثار رقيقة هلالية الشكل • وقد وجدت هذه الجحور فى رواسب الاردوفيشى • ويبدو انها حلت محل الدكيتيودورا فى العصر الكريتاسى والثلاثى (منذ ١٢٠ مليون الى مليونى عام) • فى الرواسب العميقة التى أصبحت صخورا البية •

وعندما نقارن جحور زوفيكوس فى العصر الكريتاسى والثلاثى يظهر تطور واضح فى السلوك • فالجحور القديمة تتكون من منحنيات تتماسك على شكل جحور النمل (الشكل الأعلى فى الصفحة السابقة) • وتبقى الرواسب بين المنحنيات لم تؤكل • أما جحور زوفيكوس التى تنتمى الى العصر الثلاثى ، فيبدو أن الحيوان التهم كل الرواسب ، لان انحناءاتها متداخلة • ويبدو أن الحيوان غير برنامج حركته مما مكنه من أن يستغل حجما اكبر من الرواسب فى غذائه •

والغريب أن هذا النمط من الجحور لم يظهر الا حيث كان يعيش الحيوان البالغ• اما سلوك الحيوان الأصغر فقد ظل على حاله كما كان فى العصر الكريتاسى • وهكذا فان الحيوان يلخص تاريخ حياته التطورى فى سلوكه كما يلخصه فى تطوره الفسيولوجى والتشريحى •

ورغم قلة المادة التى احتفظت بالآثار الحفرية ، فانها تعطى الأمل فى امكانية دراسة تطور السلوك الحيوانى كما تمكنا من دراسة تطور التركيب التشريحى للاحياء وان النظرة الثاقبة للموضوع يجب أن تضيف بعدا آخر لمجال بحث علماء الأحياء القديمة • فهم لا يدرسون حفريات ميتة فحسب ، بل يدرسون حفريات كانت تدب فيها الحياة ، مما مكنا من فهم الحياة القديمة بجميع ابعادها •





جحر تركه حيوان فى رواسب قاع البحر فى العصر الكريتاسى - منذ ١٠٠ مليون عام وهو يدل على أن الحيـــوان كان يحفر بحثا عن طعـــامه

جحـــر مروحى الشـــكل من عمــل حيوان منذ العصر الثـــلاثى



١١ ـ الاحياء القديمة المجهرية

ديفيد ب . اريكسون وجوستاوولن

يوليـة ١٩٦٢

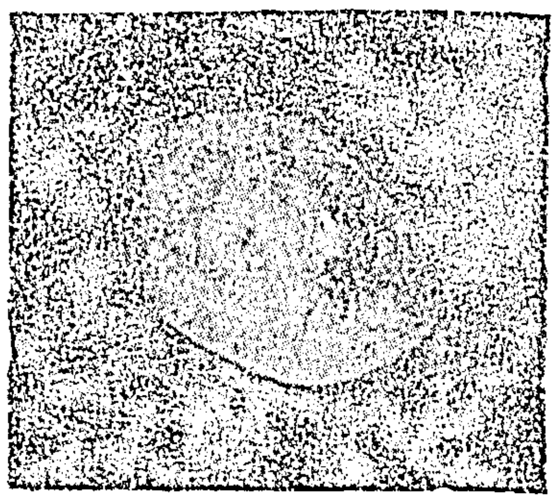
بعض الحفـــريات من الصغر بحيث لا يمكن التعرف عليها الا بمنظار مقــرب أو مجهـــر . وهى توجد فى الطبقــات الرسوبية وتمدنا بادلة ممتازة عن المنـاخ القديم .

تحمل كلمة حفرية وأحياء قديمة عادة صورة عظام ديناصور او هيكل عظمى ضخم لحيوان فقارى آخر . غير أن هذا المقال مخصص للاحياء القديمة المجهرية ، التى تتعلق بحفريات ذات حجوم مختلفة تماما . فهى قواقع أو بالأحرى هيـاكل حيوانات بحرية دقيقة . ولا يمكن التعرف على اى من هذه الحفريات دون الاستعانة بمنظار مكبر، وبعضها لابد من وضعه تحت المجهر . ودقة هذه الحفريات تجعلها ذات اهمية خاصة ومفيدة فى البحث الجيولوجى . فمن الممكن استخراجها سليمة ، وبعدد ضخم بواسطة

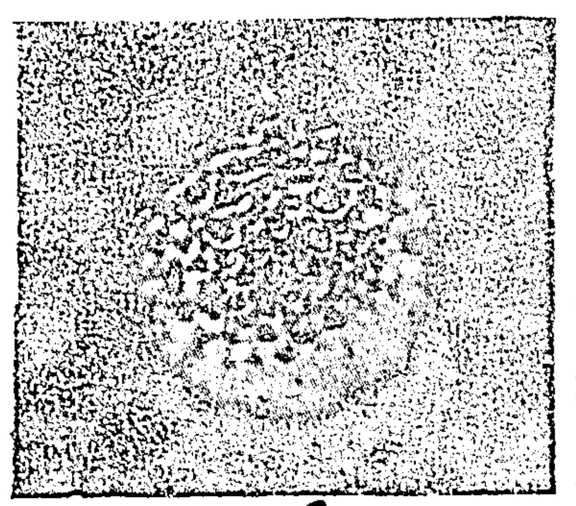
انبوبة حفر أو فى حفارة زيت البترول · وتوجد هذه الحفريات الدقيقة فى قاع المحيط كما توجد فى التكوينات الأرضية التى كانت يوما ما تحت الماء ، وهى ذات فائدة كبرى للباحثين من البترول كمؤشرات طبقية · وقد استخدمت فى السنوات الأخيرة فى امدادنا بمعلومات هامة عن عمليات تغير باطن الأرض ، وعن التعرف على مناخها ·

ولابد وأن يكون للكائن الحى صفات أخرى غير صغر الحجم لكى تفيد عالم الاحياء القديمة الدقيقة · ولابد من التعرف على جنس الحفرية بل وعلى نوعها · ومعنى هذا وجود شىء من التعقيد فى الكائن الحى · فأحسن المؤشرات الجيولوجية هى الأنواع التى ازدهرت فى أقصر فترة زمنية وانتشرت أوسع انتشار جغرافى · وهذه تمكننا من أن نفرق بوضوح بين الطبقات المختلفة وصخورها الرسوبية التى تنتمى الى عصور جيولوجية مختلفة · وتمكننا من مقارنة الطبقات المختلفة رغم تباعد توزيعها على سطح الأرض ·

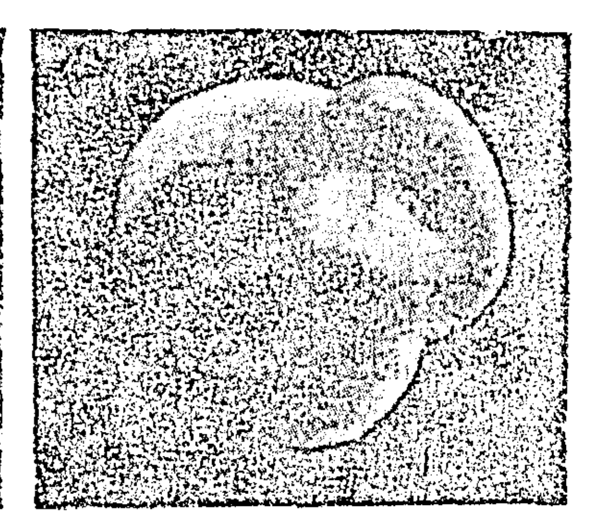
ولكى تخدمنا الحفريات فى التعرف على المناخ القديم ، يجب على عالم الأحياء القديمة أن يعاملها كما لو كانت حية متكيفة لأوساط بيئية خاصة · ثم يحاول بعد ذلك استعادة تركيب هذه البيئات بعقد مقارنات بين متطلباتها البيئية ومتطلبات مثيلاتها الحية ، أو أقرب مثيل حى لها فى الوقت الحاضر · وتزداد هذه الطريقة صعوبة كلما بعدت الشقة التطورية بين الحفرية والكائن الحى الحالى — وهذا أمر متوقع · ويجب على عالم الحفريات أن يكون ماهرا فى تقصى القرائن والوصول الى مغزى من كل نقطة مهما كانت تافهة ، وأن يكون دقيق الملاحظة · وقد بدأت بعض الحفريات الدقيقة تلقى اهتمام الدارسين · وكانت تهمل من قبل لدقتها وصغرها · فمثلا هناك الحفريات القشرية المكونة من كربونات الكلسيوم الدقيقة التى تسمى coccoliths · وهى من الهائمات (بلاكتنونية) ، اى أن التيارات البحرية التى تطفو فوقها قد حملتها الى أنحاء المعمورة المختلفة ، وانها استقرت فى القاع مدة ٥٠٠٠ مليون سنة · ويمكن أن يحتوى السنتيمتر المكعب الواحد على ٨٠٠ مليون حيوان منها · ولأنها وجدت فوق قمة الطبقة الرسوبية المستقرة فى قاع المحيط ، قال العلماء أن الحيوان الذى حملها لابد وانه موجود · وكان هذا الكائن الحى — فترة طويلة — لغزا محيرا · اذ لم تستطيع أدق الشباك أن تمسك به · ثم لم تمسك به شباك من صنع الانسان ولكن حمله جهاز ترشيح فى جسم حيوان بحرى اسمه سالبا Salpa · وقد بين المجهر الالكترونى أخيرا أن هذه القشريات ذات تركيب معقد مدهش · وعندما توصف هذه الحيوانات وتصنف تصنيفا دقيقا · فانها لابد وأن تساعدنا فى مقارنة الطبقات الرسوبية ما بين قارة وأخرى ، كما تساعد فى مقارنة طبقات قاع المحيط ·



السرطان البحرى وجراد البحـــر (لوبستر) · لها صدفتان تشـــبه صدفات الكلام الصغيرة

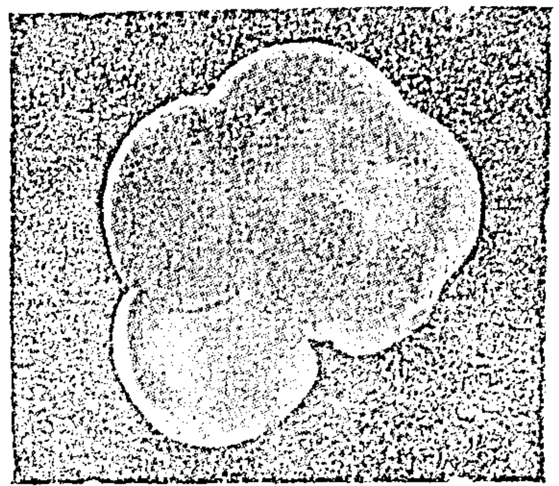


راديولاريا لها هيكل منمنم ، يسببه الزجاج النقى وهى من الاوبال الذى يميل الى الذوبان فى الماء

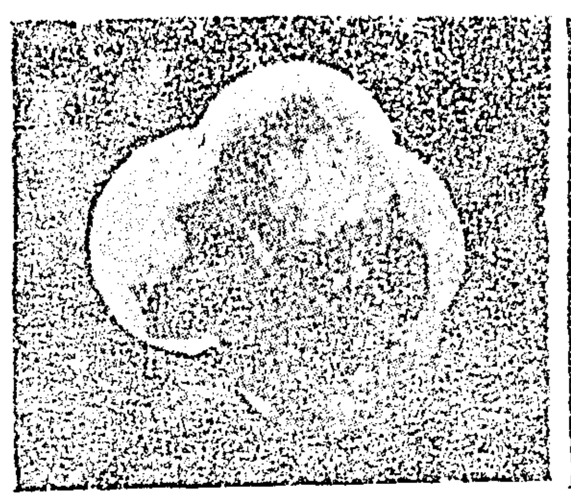


جلوبيجيرينا انفلاتا شـكل يعيش فى الماء المعتـــدل البارد فى العصور الوسطى · يوجـــد فقط فى رواسب البلايستوسين

جلوبيجيرينا باشـيدرما مؤشر مناخى للمناطق الشمالية · القواقع فى هذه الصحيفة مكبرة من ٦٠ الى ١٢٠ مرة جلوبروتاليا مينـــاردى توجـــد فى العروض الوسطى والمدارية ·



جلوبيجرنيا يللوبيدس يوجد فى الماء المعتدل البارد والبارد وهو وما يليه المثقبات الهائمة (الفورامنفرا لقشريات (أوستراكودا) قريبة من البلاكتونينية)



جلوبروتاليا مينـاردى توجد فى العصور الوسطى والمدارية كل هذه القواقع البلايستوسينية ويسارية اللف ٠

ومن الأحياء الدقيقة المنقرضة الآن ايضا الأحياء البحرية النجمية الشكل التى تسمى dicoaster ، وهى أكبر قليلا من الكوكوليت وانتشارها الواسع فى أغوار المحيط يدل على انها أيضا كانت هائمة (بلاكتنونية) ٠ ٠ ورغم انها معروفة منذ ١٠٠ عام ، الا أنها لم تستخدم فى علم طبقات الأرض بسبب خطأ شائع يزعم أن كل الأنواع المعروفة عاشت باستمرار من ٦٠ مليون سنة مضت حتى وقت اختفائها ٠ ولكنها تطورت فى الحقيقة بسرعة ، وبعض هذه الحفريات مشيرات مهمة للتطور وبعض هذه الأحياء النجمية الشكل ذات ٢٤ شعيرة متشعبة ٠ ومنذ ٢٠ مليون سنة قلت هذه الشعيرات الى ٦ فقط وآخر شكل لها يحتفظ بخمس شعيرات دقيقة فقط ٠ ولا ندرى متى انقرضت بالضبط ، ربما قبيل البلايستوسين مباشرة (عصر الجليد) ، واذا كان الأمر كذلك فهذه الحفرية ذات الشعيرات الخمس ستكون علامة جيولوجية مميزة لعصر جيولوجى معين ٠

ويتعامل علماء الحفريات المجهرية فى عملهم اليومى عادة بأحياء الدياتوم والراديولاريا ، والكونودونت ، والاستراكودا والفورمانفرا ٠ وهى جميعا فيما عدا

الدياتوم كبيرة بحيث يمكن دراستها تحت مجهر ضعيف تتراوح قوته ما بين ٣٠ ـ ١٠٠ • وهذا أمر هام خصوصا اذا أدركنا ان مئات منها تفحص يوميا كما يحدث فى معامل التنقيب عن البترول •

وتتنافس الدياتومات والراديولاريات فى الجمال • فكل منها تفرز قوقعة من الأوبال (سيليكا مع بعض الماء) • ويبدو الأوبال فى هيكل الراديولاريا الدقيق مثل الزجاج المصقول ، وتبدو قواقع الدياتوم مثل الجوهرة ، تشع أضواءا مبهرة ، لابد أن ترى حتى يصدق بهاؤها • وبعض أنواع الدياتوم تعيش فى الماء العذب فقط ، بينما تعيش كل الراديولاريا فى الماء الملح • ومن ثم كانت حفريات الدياتوم أكثر دلالة ، فمن الممكن معرفة ما ان كانت قد ترسبت فى بحيرة أو فى بحر • وهناك عدد كبير من أنواع الدياتومات والراديولاريات • وتتراكم الدياتومات أحيانا فى اعداد ضخمة بحيث تكون طبقات سميكة من الرواسب تسمى الدياتومايت ، تتكون كلها تقريبا من حفريات الدياتوم • ويميل جسم الدياتوم والراديولاريا الى الذوبان فى الماء • ولا يمكن الاعتماد عليها فى أماكن معينة • وغالبا ما تفتقد حيث الحاجة اليها ماسة •

والكونودنت أشياء تشبه الطبق أو السنة ، ذات حافة واحدة أو اثنتين • وهى مثل أسنان الفقاريات مصنوعة من فوسفات الكلسيوم • ورغم التعرف على أجناس وأنواع منها منذ اكتشافها لأكثر من مائة عام الا أننا لا نعرف أى حيوان افرزها • ومهما يكن من أمر فقد اندثرت منذ ٢٤٠ مليون سنة • ولكن تغايرها من مستوى الى آخر من الرواسب القديمة يجعلها ذات فائدة للباحثين عن البترول • وهى تستخرج سليمة من الصخر بسبب صغر حجمها •

أما القشريات ostracodes (الاوستراكودا) فلم تصبح سرا • فهى من اقارب ابو جلمبو والجمبرى وتعيش اليوم وتزدهر حيث يوجد ما يكفى من الماء ، عذبا او ملحا • وهى القشريات الوحيدة ذات الشقين أو صدفتين مما يجعلها تشبه الكلام Clam الصغيرة • ويتراوح طول الضلفة من ملليمترين (من البوصة) الى أربعة ملليمترات • ويبدأ ظهورها فى العمود الجيولوجى منذ نحو ٤٥٠ مليون سنة • فى رواسب العصر الكامبرى ، أى أوائل زمن الحياة القديمة • وقد تطورت كثيرا فى الشكل، وبعض أنواعها عاشت فترة جيولوجية قصيرة • ومعرفة أنواعها التى لا تزال تعيش الآن تساعدنا على معرفة البيئة التى عاشت فيها ، هل هى ماء ملح جار ، أو خليج أو مصب خليجى ، أو بحيرة مقتطعة أو بحيرة • ولكن للقشريات عيب واحد أنها ليست فى حجم الحفريات المجهرية الأخرى من حيث العدد الوفير •

أما المثقبات (الفورامنفرا) فهى عالمية الشيوع • وذلك يجعلها مفيدة • وقد

تراكمت على مر السنين تلال من المعلومات عنها . ومعظمها سهل الحصول عليه ٠
وقد صنفت أجناسها وأنواعها فى مصنف ضخم أخرجه متحف التاريخ الطبيعى الامريكى
وهذا المصنف يصل حجمه الى ٦٩ مجلدا ، ولا يزال تضاف اليه معلومات عن أنواع
جديدة بصورها ٠

والفورامنفرا من عائلة الاوليات protozoa أو الحيوانات احادية الخلايا،
التى تبنى أصدافا من مواد مختلفة ٠ وعلى أساس نمط هذه الأصداف تقسم الفورامنفرا
الى مجموعتين كبيرتين ٠ أنواع جيرية مكونة من كربونات الكلسيوم من ماء البحر
مباشرة ورملية تبنى أصدافها من حبيبات الرمل ، وشظايا الميكا وجزئيات الاسفنج
بل والبقايا الجيرية للحيوانات الميتة الأخرى ، اى مادة تستطيع أن تلصقها معا بما
تفرزه من كوبونات الكلسيوم أو أملاح الحديد ٠ وتختلف أحجام القواقع اختلافا كبيرا
باختلاف أنواعها ٠ فبعض الفورامنفرا التى انقرضت منذ وقت طويل يصل طول قطرها
الى ١٥ سنتيمترا (٦ بوصات) ٠ ويتراوح طول بعضها حول ملليمترين ٠

ووحدة بناء الفورامنفرا هى الحجرة ٠ وبعض الأنواع القليلة ذات حجر واحدة٠
ولكن معظمها يبنى عددا من الحجرات يتراوح بين اثنتين وعدة مئات ٠ وعلى هذا
الأساس تتكاثر الفورمانفرا الى ما لا نهاية ٠ ويتعب المصنف كثيرا اذا حاول أن يصنف
النورمانفرا على أساس الغرفات التى تصنعها وأشكالها وأنماطها التى لا حصر لها ٠
ولكن أمكن التغلب على هذه الصعوبة بادخال العامل الهندسى الذى صنفت على أساسه
الاف من الأنواع المختلفة التى ظهرت واختفت خلال الخمسمائة مليون سنة الماضية٠

وتكاد تعيش كل أنواع الفورامنفرا فى قاع المحيط ٠ ورغم أن بعضها تلصق نفسها
بالصخر باستمرار ٠ الا أن هناك أنواع أخرى تتحرك بسرعة ملليمترات قليلة فى
الساعة بواسطة مجاديف كاذبة تخرج من فتحات ضئيلة فى أصدافها ٠ ومن الواضح
أن أسلوب الحياة هذا لا يساعد على الانتشار الواسع ٠ وقد بدأت الفورامنفرا فى
الظهور منذ ١٠٠ مليون سنة فى العصر الكريتاسى الأعلى وقليل منها أصبح بلاكتونى ٠
ورغم انها لا تكون الا ١٪ فقط من الأنواع المعروفة ، فان المجال الواسع المفتوح أمامها
جعلها تتكاثر تكاثرا عظيما ٠ وتمثل أفراد البلانكتون ٩٩٪ من الحفريات الموجودة فى
رواسب المحيطات ٠ وقد أدى تراكم أصدافها فى بعض الاماكن الى تكوين رواسب سميكة
من الطباشير ٠ منها قطاط دوفر ونورماندى البيضاء فانها ارتفعت الآن من فوق قاع
المحيط وأتت عليها عوامل التعرية ٠ وتستقبل مساحات كبيرة الان من قيعان المحيطات
سيلا منهمرا بطيئا من أجزاء الفورامنفرا المتكسرة ، وهى تكون ما بين ٣٠ ـ ٥٠٪ من
جميع رواسب القاع ٠

وتتخذ أصداف الأنواع الهائمة (البلاكتونية) الهامة أشكالا بسيطة . والنوع الغالب يتكون من عدد من الحجرات تدور حول حلزون أو لولب . وكلما نما الحيوان اضاف حجرات أخرى تتزايد فى الحجم . ويشبه الشكل العام لدى معظم الأنواع من صدفة صغيرة . وهى مثل الحلزونات الصغيرة تلتف الى اليمين وأخرى تلتف الى اليسار ،ويبدو النوعان كما لو كانا امام مرآة واحدة .

وتخدم الفورامانفرا هدف الجيولوجى الباحث عن البترول تماما ، بسبب توالى انواع متميزة منها بعضها وراء بعض خلال العصور الجيولوجية المتعاقبة . فالجيولوجى يجب أن يتعامل مع انواع مختلفة من الصخور الرسوبية ، بعضها عظيم للالتـــواء أو التصدع . ولا يمكنّ أن تفوق أنواع الفورامنفرا أى وسيلة أخرى فى التعرف على تعاقب الطبقات . فلكل عصر أنواعه المميزة . ولا عجب أن يوقف كل علماء الحفريات الذين يعملون فى شركات البترول وقتهم كله لدراسة هذه الأحياء القديمة الدقيقة .

والفورامنفرا ذات فوائد أخرى أكثر من مجرد كونها علامات تميز الصـــخور الرسوبية . فهى بالنسبة لعلماء الجيولوجيا البحتة ولعلماء الجيولوجيا البحرية مفاتيح لا غنى عنها لدراسة الماضى السحيق . وقد استخرجت حتى الآن أعدادا كبيرة من عينات رواسب قاع المحيط ودرست حفرياتها المجهرية ، حتى انه من المـــكن أن توقع على خرائط بعض نتائج هذه الدراسات . كما أن الحفريات المجهرية.صنفت تصنيفا دقيقــا واصبح من الممكن رسم خرائط تقريبية لتوزيع اهم واكثر أنواع الفورامنفرا البلاكتونية شيوعا . وتبين هذه الخرائط أن بعض الأنواع تعيش فقط فى العروض الدنيا ، وأخرى أكثر عددا تعيش فى العرض الوسطى ، كما تعيش اخرى فى العروض العليا . (وهناك نوع واحد اسمه Globigerina parchyderma يعيش فى القطب الشمالى) .
ومن الواضح أن درجة حرارة المـــاء تلعب دورا هاما فى توزيع أنواع الفورامنفرا المختلفة .

واذا كان الأمر كذلك فلابد وأن هذا الحيوان يعيش بالقرب من السطح ، فهنــا فقط تختلف درجة الحرارة باختـــلاف خط العرض . ويؤكـــد هذا على ما يبدو أن الفورامنفرا تصطاد فى شباك البلانكتون التى تغطس فى النطاق الحيوى البحـــرى photic zone (وهى المنطقة التى تتغلغل فيها أشعة الشمس أى الى عمق ١٠٠ متر) . ولكن عينات السطح هذه مثلت للدارسين مشكلة معينة . فاصدافها رقيقـــة الجدران شفافة ، بينما العينات التى استخرجت من القاع سميكة الجدران ، مغلفـة تقريبا بكربونات الكلسيوم أو الكلسيت .

وكان العلماء يفترضون حتى وقت قريب أن المادة الجيرية تترسب على الأجسام

الفارغة بعد أن تستقر فى القاع · الا أن هذا الفرض معيب جدا · اذ أن علماء البحار يقولون أن كربونات الكلسيوم المحيطية يتحلل أسرع مما يترسب على عمق عدة الات من الأمتار · وقد قام معملنا فى لامونت ، التابع لمحطة كولومبيا الجيولوجية باجراء اختبار دقيق لتوزيع الكلس على أصداف معينة ، وهذه التجارب انتهت باجابة صحيحة لهذه المسألة · فقد اكتشفنا أن الكلس أسمك ما يكون على الحجرات القديمة التى يكونها الحيوان ، ويقل بالتدريج بعد ذلك فى الحجرات التالية · وهذا لا يعنى سوى أن الفورامنفرا الحية تسقط الكلسيت ، وان الحيوانات ذات الجسم الرقيق فى النطاق الحيوى فى الماء ليست سوى حيوانات غير ناضجة ·

وقد اصطاد اخيرا الان و · هـ · بيه من لامونت عددا كبيرا من الفورامنفرا ذات الغشاء السميك ، بأن وضع شباك البلانكتون على عمق أكبر من ٥٠٠ مترا · وهذه الشباك اثبتت نهائيا أن بعض أنواع الفورامنفرا تنضج وتتكاثر وهى تحت النطاق الحيوى للماء · ويحدث عادة أن تصعد الأجنة الى مستوى النطاق الحيوى وتتغذى وتسمن على الدياتومات وغيرها من الأحياء التى تستطيع التخليق الضوئى هناك ثم تهبط الى مستوى أدنى حيث تستكمل دورة حياتها · وهذا النمط المعيشى لا يتعارض مع فكرة اختلاف درجات الحرارة فى المستويات العليا من الماء ، أو أنها هى التى تحدد رواسب جنوب غرب جزر الكناريا بينما هى غائبة تماما فى الشمال والشمال الشرقى الا أن تيار الكناريا يمر جنوبا بغرب فى المنطقة ويكتسح كل هذا النوع منها فى طريقه

التوزيع نوع Globorotalio mernardi فحفريات هذا النوع متوفرة للغاية فى رواسب جنوب غرب جزر الكناريا بينما هى غايبة تماما فى الشمال والشرقى الشرقى الا أن تيار الكناريا يحد جنوبا بغرب فى المنطقة ويكتسح كل هذا النوع منها فى طريقه اذا قضت حياتها كلها فى النطاق الحيوى · ونرى أن هذه الحيوانات تغطس تحت تيار كناريا عندما تقترب من النضج (البلوغ) وتدخل فى تيار سفلى عميق يعيدها هى والجيل الجديد من الأجنة الى الشمال الشرقى · ولم يحاول أحد حتى الآن معرفة التيار السفلى بطريقة مباشرة · ولكننا نعرفه عن طريق التحليل الرياضى · ونعرف انه فى المحيط الأطلنطى ·

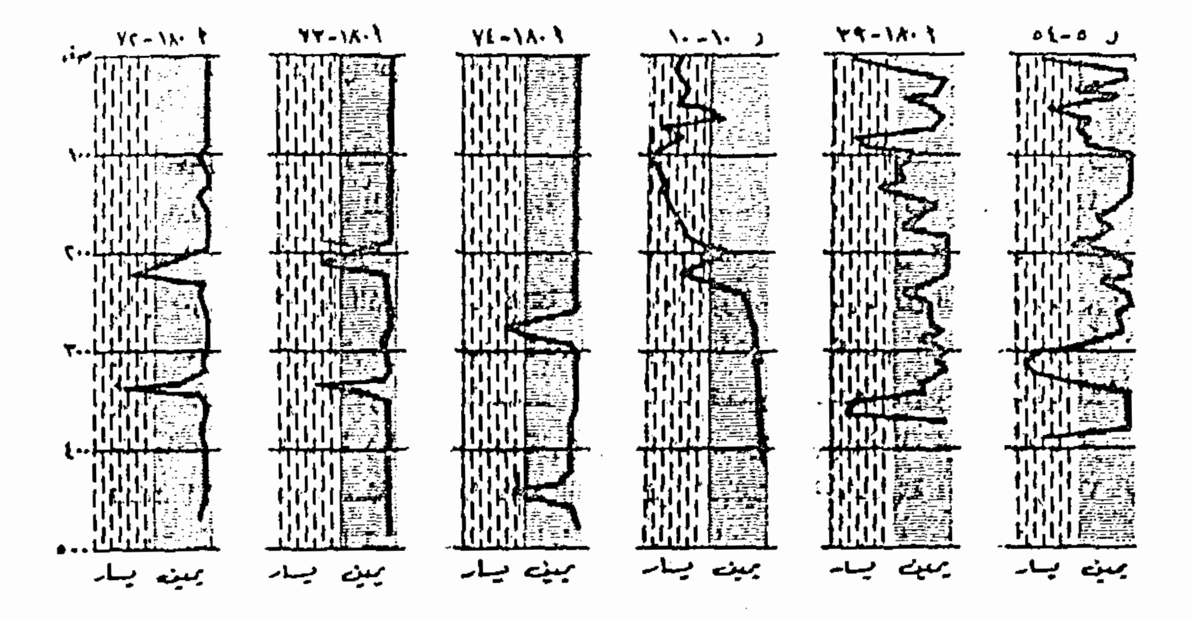
وقد أدى اكتشاف أن الفورامنفرا تقضى جزءا من عمرها فى عمق اكثر من ٥٠٠ مترا الى نتيجة هامة حول محاولة تقدير حرارة الماء القديم عن طريق قياس نظائر الاوكسوجين فى الأصداف الحفرية · وطريقة ذلك قائمة على أن هناك زيادة طفيفة فى النظائر الأثقل الموجودة فى أصداف المياه الأدفا · فاذا كانت الزيادة النسبية للنظائر كبيرة ، فلا بد وأنها اشتقت الأوكسوجين اللازم لها من أعماق أكبر ولابد وأن يعرف· والمياه العميقة أبرد فى كل العروض ·

وحيث أن أنواع المياه الدافئة والمياه الباردة لم تتغير خلال المليون سنة الأخيرة، فان عالم الحفريات الدقيقة يستطيع أن يستخدمها لكى يحصل على صورة موضوعية لتغير المناخ خلال هذه الفترة • وتمدنا المجسات الرسوبية الماخوذة من قاع المحيط على سجل كامل متصل من الأحداث المناخية بعكس ما تحصل عليه من طبقات غير متسقة أو مشوهة من الأرض اليابسة •

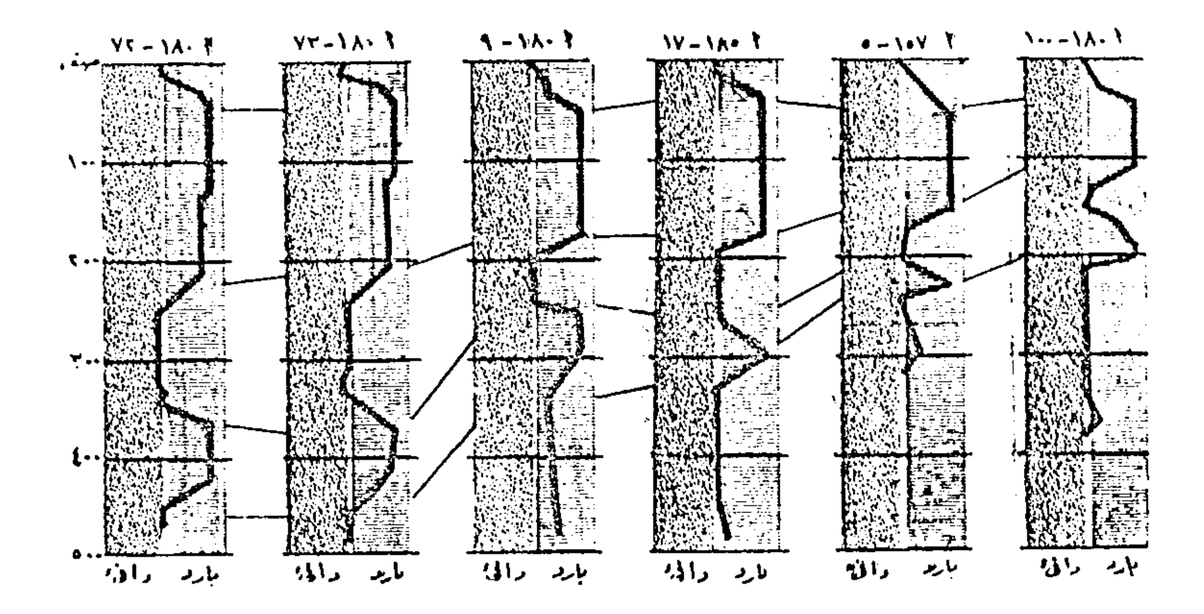
ومن دراستنا لأكثر من ١٠٠٠ نقطة فى معملنا ، نشعر بأننا استطعنا أن نحصل على أول تاريخ دقيق للفترات الجليدية وغير الجليدية • ويبين تحليل كربون ١٤ للحفريات أن آخر عصر جليدى انتهى منذ ١١٠٠٠ سنة بدلا من ٢٠٠٠٠ر٢٠ سنة كما كان يظن • وهذا التاريخ الذى لم يقبل عامة بعد ، ربما غير آراءنا عن معدل التطور البشرى واذا حكمنا معدل الترسيب ، فاننا نجد أن الجزء الأخير من الفترة الجليدية الأخيرة بدات منذ حوالى ٠٠٠ر٦٠ سنة مضت ، بعد فترة قصيرة فصلت بين وقفتى جليد طولها ٠٠٠ر٣٠ سنة (انظر الشكل) • أما الفترة الجليدية السابقة لذلك فلم تمكث الا ٠٠٠ر٢٠ سنة ، بينما ظلت الفترة غير الجليدية السابقة لها ٠٠٠ر١١٠ سنة • هذا أقصى ما تصل اليه من فحص المجسات ، ورغم ان احدى الحفر التى استخرجنا منها عمودا ارسابيا يقع فى الجزء الاستوائى من المحيط الأطلنطى أمدنا بمعلومات عمرها ٠٠٠ر٦٠٠ سنة على الأقل •

ومنذ آخر جليد الذى انتهى منذ ٠٠٠ر١١ سنة مضت ، ومنذ اقصر فترة غير جليدية التى انتهت منذ ٠٠٠ر٣٠ سنة ، فاننا تستطيع أن تطمئن الانسان الحالى بانه يستطيع أن ينتظر مناخا دافئا طوله على الأقل ٠٠٠ر٢٠ سنة ، ان لم ينتظر مناخا أكثر دفئا من ذلك • واذا جاء مناخ أدفأ من مناخنا الحالى فانه يستطيع ان يذيب الثلاجات الحالية ويرفع مستوى سطح البحر ١٠ أمتار فقط • وهذا سيسبب مضايقات كبرى ، فانه كفيل بان يغرق معظم نيويورك مثلا . ولكنه سوف لا يهدد النوع البشرى•

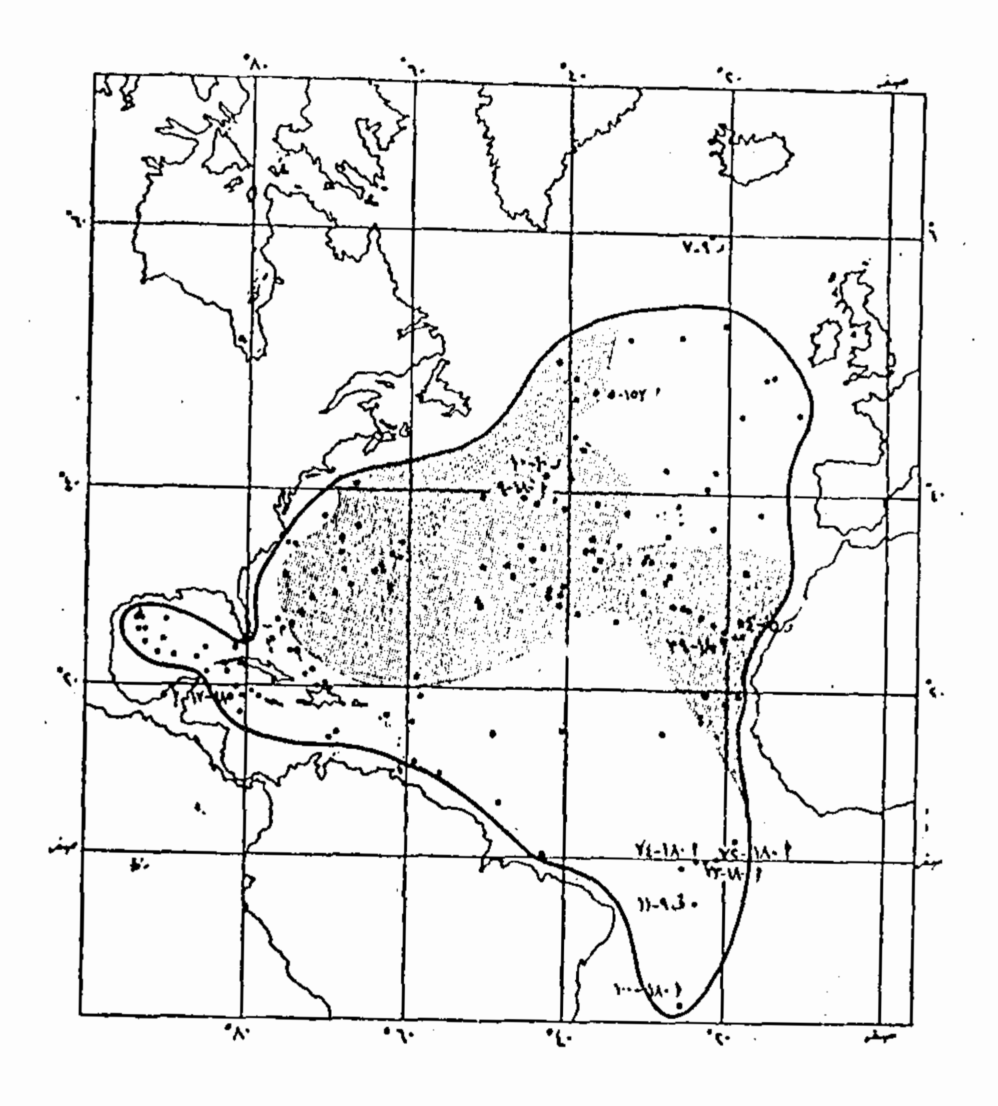
وربما كان الوصول الى تواريخ دقيقة للبلايستوسين المتاخر أسهل لو كان معدل الارساب البحرى تراكم كما كان يعتقد الجيولوجيون بمعدل سنتمتر واحد فى الألف سنة • ومن ثم فان كل عمود ارسابى سيمثل نفس المقياس الزمنى • وتدل دراستنا لآلاف الأعمدة الارسابية على أن هذا صحيح فى اجماله • ولكن وجد فى بعض الأماكن أن ٥٠ و ١٠٠٠ بل و ٢٥٠ سنتيمترا أرسبت فى ١٠٠٠ عام ، وهذا يتوقف الى حد كبير على طبوغرافية القاع • ومجرى التيارات العكرة ، المكونة من مياه محملة بالطين أثقل من الماء حولها كثيرا تحت المنحدرات الهينة فى قاع المحيط ، مرسبة عدة أمتار من الطين فى ساعات قليلة فى بعض الأماكن . وفى بعض الأماكن قد تجرف أمامها رواسب استغرق تراكمها آلاف السنين • (انظر نشأة الخوانق التحت بحرية لمؤلفه بروس



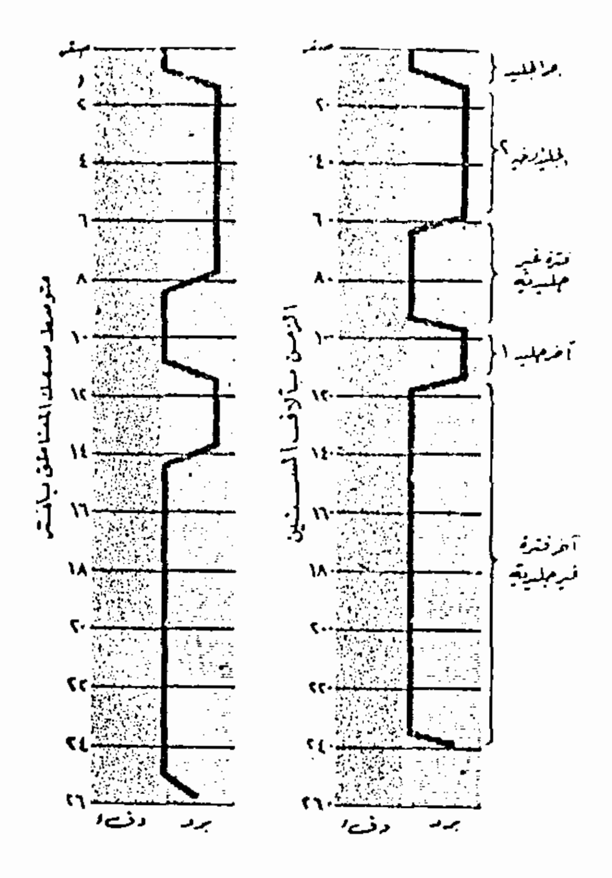
التغير فى اتجاه لف قواقع Globorataia trumcatulin مع التعمق فى فى المحيط • العمق بالسنتمتر ـ درست الرواسب كل عشر سنتمترات • ويظهر الترابط بين اتجاه لفات القواقع وبين المنـــاخ والتراوح فى هذه المنحنيات من ١٠٠٪ للقواقع يسارية الاتجاه الى نسب متعادلة فى الوسط الى ١٠٠٪ للقواقع يمينية الاتجاه • القواقع القديمة تقع فى الاعماق البعيدة الهائمة (البلانكتون الدفيئة والباردة التى وجدت فى ٦ من اعمدة الرواسب



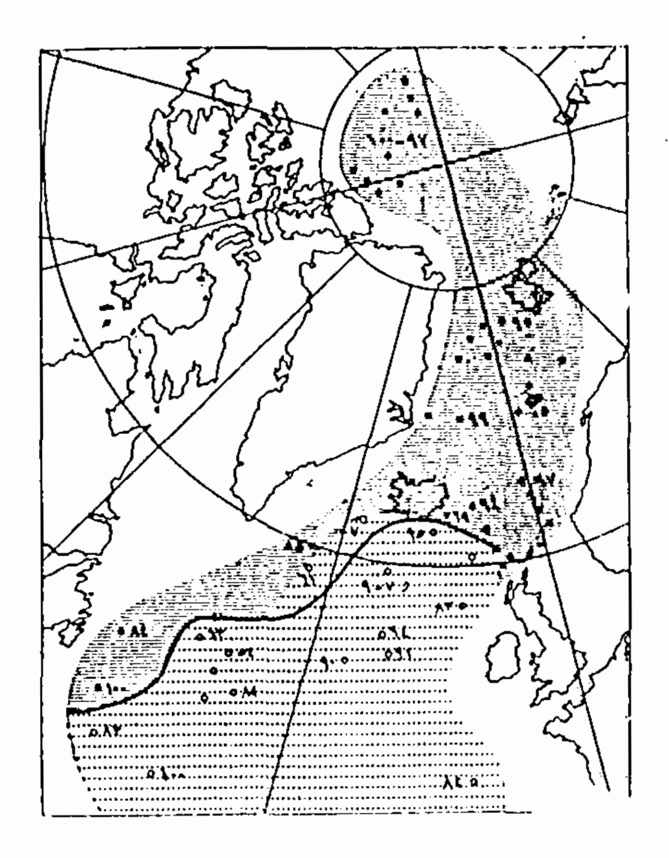
منحنيات المناخ رسمت على أساس العـــــدد النسبى لأشكال الفورامنفرا الرواسب من مواقع مختلفة بعضها بالبعض الآخـــــر · وهذه المضاهاة واضحة فى ثلاثة عواميد هى (٦) ١٨٠ ـ ٧٢ ،، ٧٣ ، ٧٤ · وهنـــــاك أيضا مضاهاة بين ١٨٠ ـ ٣٩ و ى ـ ٥ ـ ٥٤ ودرست عينات من الأصداف على بعد كل ١٠ سنتيمتر ، من قمة العمود الى قاعه · والتنـــوعات التى يبينها الشكل هى من ١٠٠٪ يسارية اللف فى اليسار الى تساوى بين اليمن واليسار فى الوسط الى ١٠٠٪ يمينية اللف فى المين · الأصداف الأقدم الهائمة (البلانكتون الدفيئة والباردة التى وجدت فى ٦ من أعمدة الرواسب البحرية العميقة دفىء وبارد يدل على مناخ دفىء أو بارد بالمقارنة مع المناخ الحالى ، والذى يمثله الخط العمودى فى الوسط · وخط الرفيع يربط بين التغيرات الحيوانيةالتى يعتقد انها حدثت فى نفس الوقت فىأماكن مختلفة· كما تراوح معدل الارساب تراوحا واسعا · مثل هذه المنحنيات تمدنا بالمادة التى نصنع منها تاريخا للعصر الجليدى ·



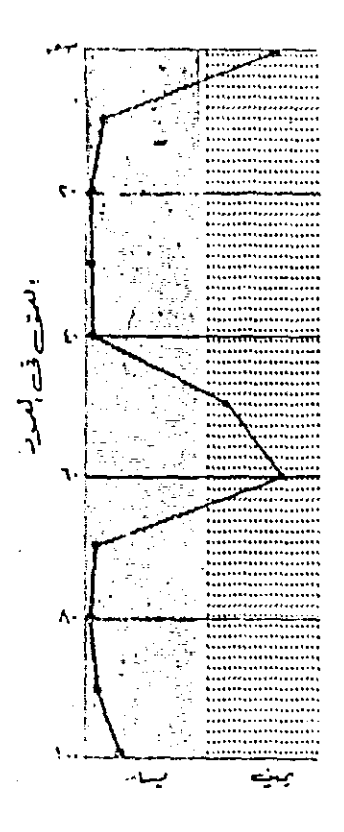
تدل اتجاه القوقعة للحيوان الموجــود حاليــا Globoratala trumcatulin
ـ وهو من القورامنفرا الهائمة على وجود ثلاث مناطق لها فى المحيـط الأطلنطى ٠ معظم القواقع الموجودة فى قاع البحر تتجه لفاتها الى اليسار فى المنطقة البنية والى اليمين فى المنطقة الزرقاء ٠ والنقط تمثل الأماكن التى أخذت منها عواميد الرواسب من قاع المحيط ٠ والأرقام والحروف تدل الهائمة (البلانكتون الدفيئة والباردة التى وجدت فى ٦ من أعمدة الرواسب) فى المحيط لفترة ٠٠٠ر٦٠٠ سنة



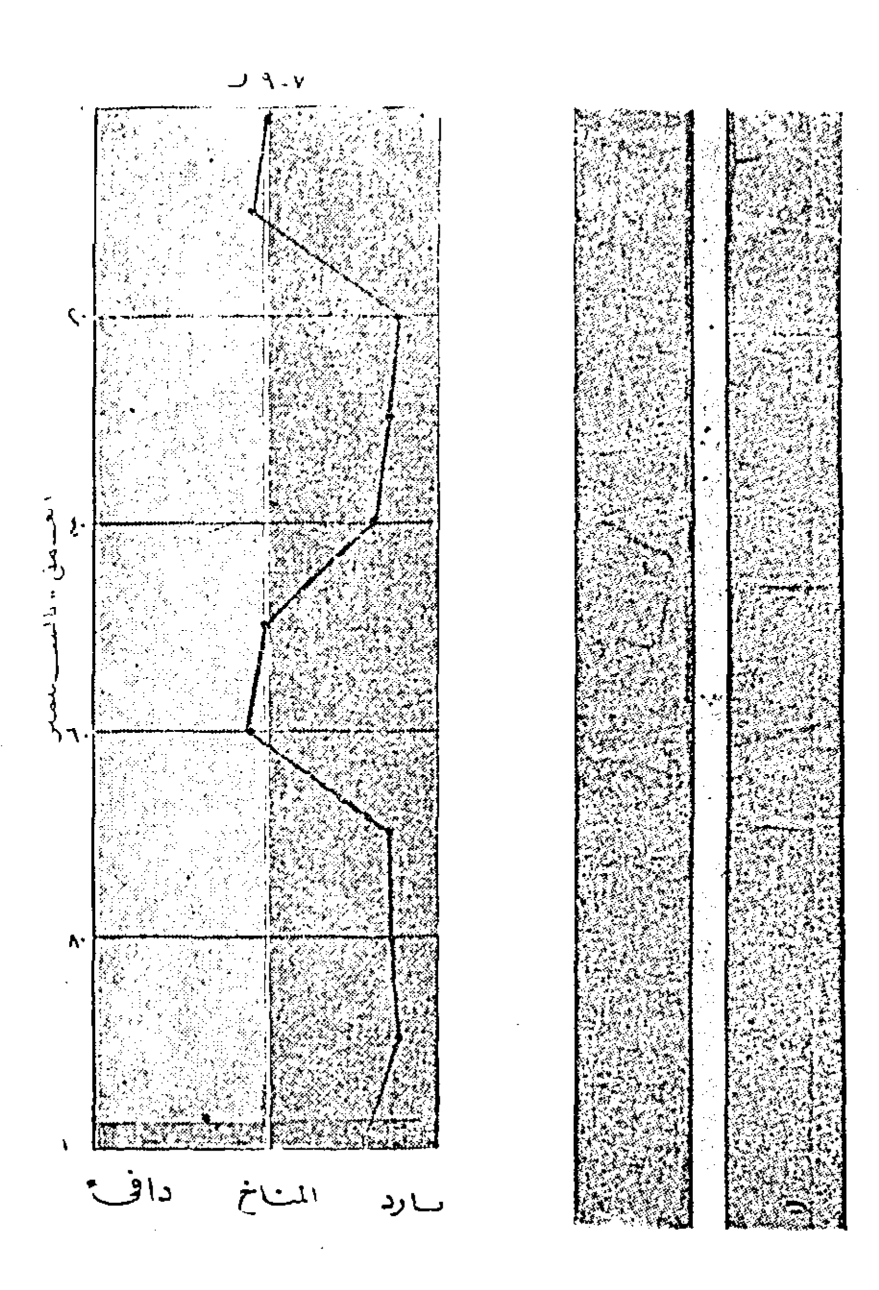
تاريخ آخر البلايستوسين (الى اليمين) مرسوم من دراسات الحفريات المجهرية للمثقبات الهائمة (الفورامنفرا البلاكتونية) فى ١٠٠ عمود من الرواسب البحرية العميقة ، ومن تقصى معدل الارساب من ١١ عمود رسوبى قدرت أعمارها بطريقة كربون ١٤ ٠ ويرى المؤلفون أن هذا المنحنى هو أدق تاريخ يمكن الحصول عليه لفترة ٠٠٠ر٢٤٠ سنة الأخيرة ٠ الخط الأوسط يوضح المناخ الحالى ٠ منحنى متوسط سمك الارساب الى اليسار يبين سمكا أكبر للرواسب فى فترات الجليد منها فى الفترات غير الجليدية٠ أو بين وقفات الجليد ٠ وسبب هذا انخفاض مستوى سطح البحر وانحسار الماء عن الرفوف القارى ٠ فكانت الأنهار تجرى وترسب ما تحمله بعد عبور حافة الرفرف فى البحر العميق ٠ بينما فى الفترات الدفيئة ، يعلو مستوى سطح البحر وترسب الرواسب القارية فوق الرفوف



المناخ واتجاه الأصـــــداف Globerina pachyderma يبـــدو انهما مرتبطان فى اقصى شمال المحيط الأطلنطى وما جـــاوره • اللف اليمينى (الملون فى الخريطة) مرتبط بالمناخ الدفىء بينما اللف اليسارى (الغامق فى الخريطة) مرتبط بالمناخ البارد • خط الحرارة المتساوى ٢ر٧°م فى ابريل (الخط الأسود فى الخريطة) يكاد يتفق مع الحد بين النوعين من الأصداف • الدوائر المفتوحة بين سيادة الأصداف اليمينية عند سطح عمود الرواسب ، مبينا الدوائر المغلقة بين سيادة الأصداف اليســـارية اللف • وتظهر فى الخريطة أيضا النسب المئوية للاتجاه السائد فى لف الأصداف • المنحنى الى اليسار بين النسب المئوية لاتجاه لف الأصداف •



اتجاه القواقع التى تلتف يمينا
بالمياه الدفيئة والاتجاه يسارا
مع الميـاه الباردة كمـا يبـدو
فى عمود من رواسب قاع المحيط
حيث فحص ما بهـا من قواقع
جلوبيجرينا باشيروما ٠



منحنى يبين النسب المئوية للقواقع من نوع جلوبيجيرنا باشيروما على مسافات متساوية قدرها عشر سنتيمترات • ويبين سيادة النوع الذى يعيش فى المياه البــاردة والمياه الدفيئة فى العمود

يمثل قطاعا فى رواسب قاع المحيط وفيهـــا تبدو حفريات القواقع مصنفة للعيـن المجــردة

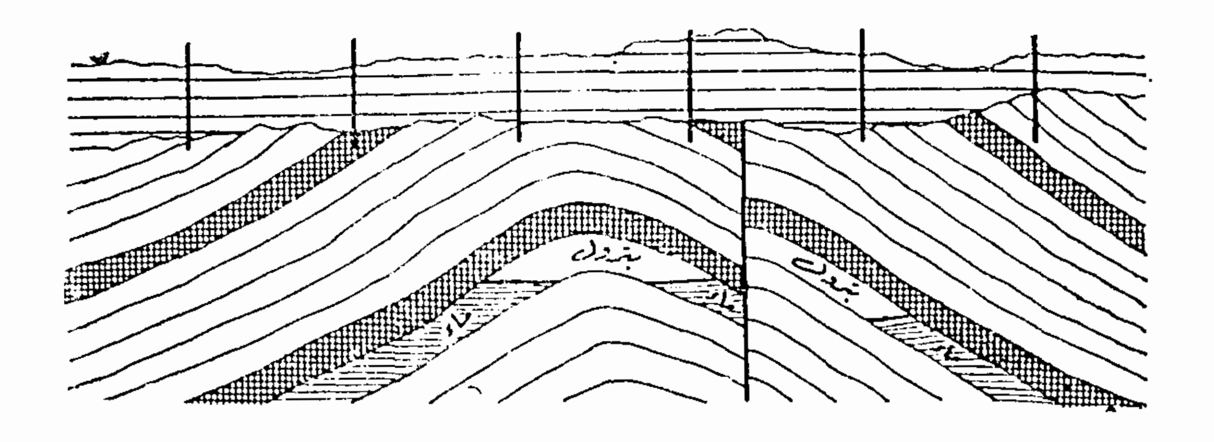
س · هيزين ، المجلة العلمية الأمريكية Sc. Amer. أغسطس ١٩٥٦) · وهناك أيضا ظاهرة الهبوط ، وهى مسئولة عن تغاير معـــدلات تراكم الرواسب . وهى تعنى أن الرواسب بكل بساطة تنزلق وتهبط من فوق منحدر شديد فى القاع · ولم يكن هذا أمرا سيئا كله ، فقد أظهر لنا رواسب بها حفريات عمرها ١٠٠ مليون سنة وجعلها فى متناول أيدينا · نستخرجها فى أنابيب حفر القاع · ولم نحصل حتى الآن على عمود ارسابى ازيلت منه كله رواسب الجزء العلوى من سجل البلايستوسين ، تاركة رواسب العصر الجليدى القديم كاملة · مثل هذه العواميد ، أو أطول منها ، أخذت من اماكن مختلفة. سوف تحمل مقياسنا الزمنى الى بدء عصر التطور البشرى ·

ويستخدم اتجاه لف قواقع Globoratalia truncatulin فى مقارنة الرواسب بعضها بالبعض الآخر · وقد وجدنا فى معملنا أن معـدل القواقع الملتفة يمينا الى القواقع الملتفة يسارا تختلف من مكان الى مكان بطريقة تمكننا من التمييز بين ثـلاث مناطق جغرافية متمايزة فى المحيط الأطلنطى الشمالى (أنظر الخريطة) · وتبين طريقة كربون ١٤ أن هذا النمط من التوزيع ظل ثابتا حوالى ٠٠٠ر١٠ سنة · ولابد وأن عوامل بيئية معينة جعلت هذا النمط ثابتا على الرغم من اضطراب قاع المحيط · واذا عدنا القهقرى فى الزمن بتحديد اتجاه لف القواقع الحفرية فى العينات المستخرجة من عمود الارساب ، وعلى أبعاد متساوية طول كل منها ١٠ سنتيمترات ، فاننا نجد أن نمـط التوزيع كان يتغير فجاة من فترة الى أخرى خلال البلايستوسين المتأخر ، وذلك عـلى ما يبدو استجابة لتغير فى التيار البحرى أو تغير فى كتل الماء المتحركة · ورغم اننا لا نستطيع أن نحدد كنه هذه التغيرات ، فاننا نستطيع أن نقارن الطبقـــات الرسوبية باستخدام اتجاه لف القواقع الحفرية · وقد استخدم جيولوجيو البترول فى أوروبا والهند هذه الطريقة لتتبع الطبقات الحاملة للزيت ·

وفى حالة جلوبيجيرينا باتشيدورما Globigerina patchyderma يتبع اتجاه لف القوقعة درجات الحرارة على سطح الماء فى الجزء الشمالى الأقصى من المحيط الأطلنطى · كما نجد انتقالا فى الحدود بين القواقع اليسارية الاتجاه (الميـاه الباردة) والقواقع اليمينية (المياه الدفيئة) ونحن هنا نقول أن هذا الانتقال حدث نتيجة تغير درجات الحرارة فى أواخـــر البلايستوسين · (انظر الخريطة) · واختــلاف اتجاه اللفات فى أى عمود ارسابى تبين فترة باردة مسبوقة بفترة معتدلة ، تســود فيها القواقع اليمينية اللفات كما هى الحال فى الوقت الحاضر · وفى قاع العمود الارسابى ، وفى قمته نجد حفريات متنوعة من التى تعيش فى المياه الدفيئة ، وهـــذه غير موجودة فى الوسط ، حيث تسود القواقع اليسارية اللفات (ومن العسير أن توجد علاقة سببية بين اتجاه اللفات ودرجة الحرارة · فاذا كانت هناك مورثات معينة لاتجاه اللفات ودرجة الحرارة ، فلابد وأن هناك ترابط وراثى بينهما) ·

هذه التغيرات فى اتجاه لفات قواقع الجلوبيجرينا باتشدرما فى المستويات الدنيا لعمود الرواسب تعطينا نظرة ثاقبة فى الأحوال المحيطية فى شمالى الأطلنطى خلال البلايستوسين المتأخر · فمثلا تسود القواقع اليسارية اللفات من أسفل الى أعلا فى مناطق القواقع اليسارية الاتجاه فى الوقت الحاضر · وهذا يدل على أن تدفق المياه الدفيئة نسبيا الى البحر النرويجى لم يكن قط اكبر منه فى أواخر البلايستوسين منه فى الوقت الحاضر · كما أن التغير الى الاتجاه اليسارى فى القواقع مباشرة اسفل قمة العمود فى مناطق تسود فيها الآن القواقع اليمينية اللفات يدل على أن تدفق المياه الدفيئة فى المحيط الأطلنطى قل خلال العصر الجليدى الأخير · ونحن لا نعرف حتى الآن ما ان كان ذلك راجعا الى هبوط فى الطاقة وسرعة دوران تيارات المحيط الأطلنطى الشمالى ، أو بسبب هبوط مستوى البحر الذى صحب العصر الجليدى · ونرجو أن تجيب الدراسات المقبلة للفورامنفرا هذا السؤال وغيره · وحيث أن دورة التيارات البحرية فى الأطلنطى الشمالى لابد وان كان لها تاثير قوى فى مناخ عصر البلايستوسين فان فهمنا لدورة هذه التيارات فهما أحسن ربما أعاننا على وضع نظرية أوفى عن أسباب حدوث العصور الجليدية ·

وأخيرا فان دراستنا للحفريات الدقيقة قد القت أضواء جديدة عن نشأة المحيط الاطلنطى · اذ لم توجد حفريات استخرجت من أى عمود ارسابى أقدم من أواخر العصر الكريتاسى ، أى أبعد من ١٠٠ مليون سنة · كما أن مسح قاع المحيط مسحا يكاد يكون شاملا فى خلال الخمسة عشر عاما الماضية لم يظهر أى حفريات أقدم من هذا · فهل نستطيع أن نستنتج أن المحيط الأطلنطى قد اتخذ شكله الحالى منذ العصر الكريتاسى · فاذا سلمنا بهذا فاننا بذلك نلقى الشك على الاعتقاد السائد بأن المحيطات والقارات بشكلها الحالى ثابتة · ولكن لكى نجيب على هذا السؤال علينا أن ننتظر استخراج عينات من أماكن أعمق فى المحيط الأطلنطى · وفى نفس الوقت فان القرائن الى [illegible] تدل على حدوث تغير عنيف فى قشرة الأرض فى هذا بالجزء الذى الذى يشغله حوض هذا المحيط منذ حوالى ١٠٠ مليون سنة ·



قطاع فى مكمن بترولى ويوضح الحفر الاستكشافية (الخطوط العمودية السوداء) تخترق طبقات رسوبية أفقية ثم طبقات التـــوائية ، أصابها التصدع فى أماكن ، وطبقات أرسبت فوق أخرى أتت عليها عوامل التحات والتعرية من قبل · وترى الطبقات الملونة باللون الرمادى وقد تصدعت وانزلقت ووجد ما يقابلها من الجانب الآخر من الصدع · ومن المحتمـــل أن يكون تحتها بترول · وتبين الحفريات المجهرية من الحفر الاستكشافية احتمالات وجود البترول والتواء الطبقات وتصدعها · كما تبين وجود طبقات قبابية يحتمل أن تكون مكمنا من مكامن البترول

القسم الرابع

الشعاب المرجانية والدناصر والثدييات والبشر

مقـــدمة :

نريد فى هذا القسم أن نناقش عدة تواريخ تطورية مختلفة كما أظهرتها السجلات الحفرية · ففى القسم الأول ناقشنا النواحى النظرية والتاريخية **المتعلقة بعلم تاريخى** مثل علم الأحياء القديمة أى أن القسم الأول أخبرنا عن النظـــرية · والقسم الثانى استعرض الأدلة الخاصة بالفصول الأولى لتاريخ الحياة · وامدنا القسم الثانى بامثلة مختارة عن كيف حفظت أمثلة للحياة القديمة فى السجل الطباقى ، وبأنواع مختلفـة من المعلومات المستقاة من الحفريات · ونحن الآن نريد أن نفحص بشكل أدق السـجل الحفرى لكى نستعيد بعض الصور الأحيائية الهامة · وهذه الوسيلة أى فحص أنواع معينة من السجل الحفرى وحدها هى التى تمكننا من أن نؤكد ماذا حدث فعلا فى تاريخ الحياة ، وليس ما عسى أن يكون قد حدث ·

كل قسم من هذه الأقسام نظر الى تاريخ الحياة من وجهة نظر مختلفة · وهى

لا تختلف فقط من حيث الزمن ، ولكن من حيث المقياس أو مستوى الأحداث التى تبينها ٠ وسنبدأ بتتبع تطور الشعاب ونظام حياتها ecosytem خلال الزمن ، مبينين كيف أسهمت الأحياء المختلفة فى تكوين هذه التكوينات الكبيرة التى غص بها الماء الضحل ٠ وبعد ذلك ندرس الزواحف كفصيلة والدور التطورى الذى لعبته فى تاريخ الفقاريات ٠ أما المقال الثالث فيستعرض الحفريات التى تقع بين الزواحف والثدييات، وبذلك تمدنا بالحلقة التركيبية بين هاتين الفصيلتين من الفقـــاريات ، والتى بدونها تبدوان منفصلتين ، وسنعتمد فى ذلك على فحص أعضاء حية مختلفة منها (مثـــل التمساح الأمريكى والعلس الشجرى (shrews) ٠ والمقال التالى سيبين كيف يمكن استعادة طباع وبيئة حيوان منقرض مثل دب الكهوف مما وجد عنه من عظام وأسنان ٠ وفى هذه الحالة تسجل الحفريات تسجيلا وافيا قصة الحيوان وتاريخـــه التطورى٠ أما المقالات الأخيران فيختصان بالسجل البشرى الحفرى ، متتبعين أولا تاريخ الانسان منتصب القامة ، النوع الذى تطور منه نوعنا ٠ النـــوع العاقل ، الى ثلاث مجموعات سلالية فى بيئات جغرافية مختلفة ٠ وهكذا ننظـــر فى القسم الرابع الى الأحداث التاريخية ، وتطور نظام حيوى ، أى الزواحف الى ثدييات ، وحياة دب الكهوف القصيرة السعيدة ، ونشأة النوع الذى ساد الأرض وانتشاره الا وهو النوع البشرى (فهو على الأقل النوع الوحيد الذى يدرس سجله الحفرى) ٠

« تطور الشعاب » بقلم نيويل ، يشرح فكرة النظام الحيوى ecosystem ومعناه تداخل وتكافل مجموعة من النبات والحيوان تعمل باستمرار دورة الطـــاقة والمادة بين أعضائها ٠ والنظام الحيوى فى هذه الحالة قد وطد أركانه أثنـــاء انتشار الحياة فى أواخر العصر الكامبرى وأوائله وظل معنا منذ ذلك الحين ٠ ورغم دخـــول أعضاء وخروج أعضاء آخرين منه خلال تطور الحياة فى التاريخ الجيولوجى ، فان التركيب الأساسى للشعاب المرجـــانية ظل ثابتا ٠ أى أنه رغـــم تغيير الممثلين ، فان السيناريو لم يتغير كثيرا خلال الماضى التطورى الطويل ٠ وقد مرت أوقات فى المـاضى تحدد فيها نطاق الشعاب تحديدا شديدا ، بل وأصابه الانهيار ٠ ويرجع نيويل هـــذه الأزمنة العصيبة بالنسبة للشعاب الى التغير الكبير فى المناخ وانكماش مساحة البحـــار الذى صحب تمزق القارات واعادة التحامها خلال تكتونية الكتل القارية ٠ (أنظر مقال فالنتين وموريز فى القسم الخامس عن تفصيل دور تكتونية الكتل القارية وأثرها على تاريخ الحياة) ٠ ورغم أن الشعاب المرجانية ليست سوى جزء من البيئة البحرية كلهـــا ، فان تاريخها يقدم لنا ملخصا للطحالب الكلسية وأهميتها التطـــورية ، واللافقاريات القوقعية خلال زمن الحياة على الأرض ٠

ويصور مقال « نهضة الديناصور » لباكر التفانى الذى يبديه عالم الأحيـــاء القديمة فى محاولة استعادة حياة الماضى وتصور أحيائه المنقرضة فهو يســـتخدم

قرائن متنوعة مثل التركيب الدقيق للعظام ، ونسبة الصيد (المفترس للفريسة) والتوزيع الجغرافى للزواحف الحية والزواحف المنقرضة • ووصل باكر لنتيجة مدهشة وهى أن الدناصر كانت دافئة الدم ، وأنها بعكس الزواحف الحية كان لها نظام حرارى داخلى كبير ، وأنها تعمر اليوم من خلال خلفها المباشر ، الطيور • كما أن مجموعة أخرى من الزواحف ، تسمى الزواحف الشبيهة بالثدييات ، والتى انتهى تطورها كى الثدييات كانت كما يقول باكر دافئة الدم • وليست هذه النتائج هامة فى حد ذاتها فحسب ، بل ان باكر يعطى لنا مثالا للتفكير البالينتولوجى فى أجلى مظاهره ، ينسج معا قرائن مختلفة وأدلة متنوعة من ميادين مختلفة من الماضى والحاضر ، ويقدمها فى النهاية بشكل ظاهرة متكاملة العناصر قوية البنيان • اذ ليست هناك وسيلة مباشرة يستدل منها على أن الدناصور كانت دفيئة الدم ، فالأدلة متناثرة على مدى ملايين السنين وكما يحدث دائما مع السجل الحفرى ، لابد لعلماء الأحياء القديمة (البانتولوجيين) أن يعتمدوا دائما على الأدلة غير المباشرة لكى يشيدوا نظريتهم او فكرتهم • وكما أن الفن ليس سوى تجميع لمادة عادية واعادة تركيبها وتصويرها ، كذلك العلم التاريخى الجيد ، اعادة تركيب وتشكيل لشىء مضى وانقضى واعادة تصور لأشياء يبدو أن لا رابطة بينها • كما يجب أن تلاحظ كما فى حالة مقال نيويل ، أن اعادة تركيب الصورة التى كانت عليها القارات فى زمن جيولوجى سابق ذات قيمة كبيرة وهامة فى قضية باكر • وتقدم فكرة تكتونية الكتل القارية فى الستينيات، تقدملنا النظريةالتى يمكن بها أن تحدث حركة زحزحة القارات ، وبذلك تساهم فى انشاء نظرية اساسية فى علم الأحياء القديمة •

وتشرح مقالة كولبرت عن « اسلاف الثدييات » القرائن الحفرية التى تبين نظرية الرابطة التطورية بين الزواحف والثدييات • ولو اننا نظرنا الى الزواحف الحية ـ (التماسيح الأمريكية ، والسحالى ، والسلاحف وغيرها) وقارنا بينها وبين الثدييات الحية ـ مثل القطط والكلاب والخنافس والحيتان وغيرها ـ فاننا لانرى الحلقة التطورية بسهولة • الا اننا لو عدنا القهقرى الى الماضى الى أواخر زمن الحياة القديمة وأوائل الحياة الوسطى ، فاننا نجد حفريات زواحف تقترب من حفريات ثدييات • وهذه الحفريات تسمى بالزواحف الشبيهة بالثدييات •

ونستطيع أن نستنتج أن الزواحف التى انتهت الى الثدييات كانت بشكل ما زواحف متقدمة ـ وأن الثدييات ظهرت فقط عند قمة تاريخ الزواحف لتفتح فصلا جديدا فى فصول تطور الفقاريات • هذه الفكرة بكل أسف خطأ بل أن الزواحف من أسلاف الثدييات قريبة نسبيا للاصول الأولى التى نشأت فى أواخر زمن الحياة القديمة • وأن هذه الزواحف الشبيهة بالثدييات ظهرت أثناء التفرع الكبير للزواحف والذى انتهى الى الدناصر والبتروداكتيلات وايشتيوصورات وهذا أمر شائع فى التطور وليس

استثناءا فيه فالخلف المتقدم الذى يصبح فيما بعد أصلا تطوريا هاما انما يبدأ تطوره من جذر الأسلاف الأصلى الذى يصبح فيما بعد شكلا متقدما متخصصا من أشكال الحياة • ففى حالة البشريات مثلا ، نحن البشر تطورنا داخل فصيلة الرئيسيات ، وهى تطوريا قريبة من الأصل التطورى لكل الثدييات ، فصيلة آكلة الحشرات • ولم يتطور من ثدييات أخرى متخصصة تخصصا عاليا مثل الخفافيش أو الحيتان أو الفيلة •

وكثير من الفوارق التشخيصية بين الثدييات والزواحف ليست حفرية مثل الشعر والغدد اللبنية والأعضاء التناسلية والحرارة الداخلية المرتفعة وما اليها • ولذلك ليس من السهل دائما أن نفرق بين حفريات الزواحف وحفريات الثدييات التى تقع عند خط الحدود بين هاذين القسمين • غير أن كولبرت يشير الى وسيلة نافعة للتمييز مكونة من الأجزاء الصلبة ، ألا وهى طبيعة الحركة بين الفك العلوى والفك السفلى ، وظاهرة أخرى متصلة بذلك وهى عدد العظمات فى الأذن الوسطى • ويلجأ علماء الأحياء القديمة عادة الى ظاهرة تعسفية فى التعرف على مادتهم الحفرية ، بسبب ضياع التفاصيل أثناء عملية التحفر fossilization • ورغم أن هذه الطرق ليست كاملة ، الا انه اذا احسن اختيارها ـ مثل ظاهرات الثدييات ـ فانها تصبح مفيدة •

وتقدم مقالة كورتين عن « دب الكهوف » حالة جيدة مفيدة فى تاريخ التطور خلال فترة قصيرة • وهى حياة الدببة خلال العصر الجليدى • ولما كانت هذه الحيوانات تقضى الشتاء القارس داخل الكهوف فانها تركت لنا سجلا رائعا من العظام والأسنان فى كهوف أوروبا آلافا مؤلفة من هذه الحفريات • وهى تقدم لنا دليلا اكثر من ذلك على معدل الوفيات والتركيب العمرى لهذه الدببة • كما تقدم معلومات عن غذائها، بل وعلى وجود أمراض معينة فيها مثل الغدة الدرقية • ويدرس كورتين الكوة التكيفية التى احتلها هذا النوع والأسباب التى أدت الى اندثاره • ولنقارن بين هذه الحالة من الاندثار الطبيعى والحالة التى تعرضت لها أنواع أخرى والتى وصفها نيويل (فى القسمين الرابع والخامس) والتى اندثرت فيها أنواع بأكملها، وذلك بسبب كونى أو بيئى عالمى آخر • ويبين هذا المقال أيضا كيف يمكن تتبع آثار واستعادة تشكيل نظام حيوى معقد كان يعيش يوما ما ، مثل دب الكهوف ، من أجزائه الصلبة المتناثرة التى تركها بعد موته •

والمقالان الأخيران بقلم هاولز يبينان تطور نوعنا البشرى • وكما لاحظنا فى القسم الأول ، عندما الف داروين كتابه عن «أصل الأنواع» كانت الحفرية البشرية الوحيدة المعروفة هى جمجمة نياندرتال ، وهى ترجع الآن الى فرع قديم من الانسان العاقل • وقد تمت فى أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين عدة كشوف هامة لحفريات بشرية فى جنوب افريقيا وجاوة والصين وأوروبا • بل لا تزال حفريات

هامة تستخرج حتى الآن فى الستينيات والسبعينيات · وان ميدان الحفريات البشرية لمن اكثر الميادين نشاطا فى مجال الكشف العلمى · ونستطيع أن ننتظر ظهور نظـــريات هامة فى عصر ما قبل التاريخ البشرى خلال العشر سنوات القادمة ، مما سيجعل معرفتنا الحالية تبدو ساذجة غير كاملة ·

وتوضح مقالة هاولز عن « الانسان منتصب القامة » الخطوات الوئيدة المتانية التى تراكمت بها القرائن عن تاريخ الانسان التطورى · ونظرا لأهمية كل كشف فردى على حدة ، اعطى لكل كشف اسما خاصا ، اسما نوعيا بل وجنسيا أحيانا · ومن ثم ظهرت تعاريف عديدة تثير البلبلة · وكان من شأنها انها طمست الخصائص التطورية للحفريات ، وعلاقة بعضها بالبعض الآخر · وهذه البلبلة ـ كما يبين هاولز ـ قد اكتنفت كل الكشوف التى تدخل فى نطاق الانسان منتصب القامة ، والتى كانت السلف المباشر للانسان العـــاقل ·

وكان يعتقد حتى وقت قريب أن الانسان منتصب القامة قد انحدر مباشرة ممـا يسمى بالانسان القرد الافريقى أو البشريات الجنوبية · وقد بينت كشف شرق أفريقيا أن هذا الانسان يرجع عمره الى مليونى سنة ، وانه كان معاصرا للبشريات الجنوبية Australopithecus ورغم أن هذه الكشوف تمت بعد أن كان هاولز قد انتهى من مقاله ، فانه أوصى فى مقاله انه ربما كان هذا هو ما تم فعـــلا ملاحظا « ··· ان الانتقال من حالة القردة الجنوبية الى حالة الانسان منتصب القامة منذ حوالى مليـون سنة ·· يبدو انه جاء متاخرا جدا » ·

واهمية الانسان منتصب القامة تكمن فى انه كان أول كائن بشرى واسع الانتشار ـ اذ ان الأنواع السابقة كانت منحصورة على افريقيا فحسب ـ وانه مد نطاق عمرانه من المناطق المدارية الى المعتدلة من العالم القديم · كما ان انجازاته الثقـافية كانت متقدمة جدا · وهذه شملت صنع النار وضبطها ، وصناعة الآلات ، ومزاولة الصيد الكبير فى جماعات ، والتحدث بلغة بدائية على الأقل · وباختصار فانه يبدو أن الانسان منتصب القامة يمثل مرحلة تطورية للبشر ، وتفرعت وانتقلت من مهدها الأول الى كل اتجاه ، ولم تكن مقتصرة على اقليم الحشائش المدارية الافريقية ، الى مرحلة عـلى استعداد لكى نتعامل مع بيئات اخرى متنوعة · وبينما يمكن أن يقال على الحفـريات الأقدم انها كانت لبشريات فى طور التجربة والمبادرة ، فان الانسان منتصب القـــامة هو اول مخلوق يمكن أن يقال عنه انه كان بشرا ·

وفى مقال « توزيع الانسان » يستأنف هاولز قصة التطور البشرى ويـنـــاقش

ظهور التنوعات الجغرافية ، التي ترجع الى الانتشار الواسع للانسان العاقل · ورغم أن مناقشة السلالة كثيرا ما تحمل فوق طاقتها من المفاهيم الاجتماعية ، فانه من المناسب أن نبين أن جـــزءا على الأقل من التنـــوع الجغـــرافى الذى نشـــاهده بين سلالات البشر يرجـــع ببســـاطة الى الانتخـــاب الطبيعى مما ينتج عنه ســـلالات متـــلائمة للبيئات الجغرافية تلاؤما خاصا · وليس لهذه الاختلافات فى الوقت الحاضر دلالة تطورية ، لأن التكيف الثقافى للبيئة فى الوقت الحاضر أكثر أهمية ، اذ أن المقدرة على التزاوج بين سلالات البشر دليل على التفاهة الجينية لهذه التنوعات · وكما يقول هاولز، ربما كانت بعض هذه الاختلافات مجرد انتشار طفرات عن طـــريق التدفق الجينى Genetic drift داخل مجموعة سكانية صغيرة · وعلى أية حال لا يسعنا الا أن نعجب بالتنوع البشرى ، سواء فى الصفات الطبيعية أو الانجازات الثقافية ، بدلا من أن نجعل هذه التنوعات مصدرا للشكوك والعداء أو الخوف ·

قراءات مقتـرحة

Bakkar, R.T. 1975. "Experimental and Fossil Evidence of the Evolution of Economic Palaeontologists and Mineralogists Special Publication, of Tetrapod Bioenergetics" in Prospectives of Biophysical Ecology, D. Gates and R. Schmerl, ed. New York : Springa Verlag.

مقال صعب الى حد ما ، ولكنه يفحص المستويات المختلفة للتمثل الغذائى والضبط الحرارى للعناكب والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات · وطريقة باكر مبتـكرة وذكية وتدعو للتفكير وتربط بمهارة كيفية استغلال هذه الحيوانات المختلفة لمصار طاقتها

Beerbower, J.R. 1968 Search for the Past-Englewood Cliffs. N.I. Prentice-Hall

كتاب دراسى أولى فى علم الأحياء القديمة ، وهو لا يناقش المبادىء الأساسية فحسب ، ولكنه يقدم تاريخا واضحا لمجمـــــوعات اللافقاريات والفقاريات الأساسية

Heckell, P. 1974. "Carbonate Buildups in the Geologic Record," Society of Economic Palaeontologists and Mineralogists Special Publication, Vol. 18 pp. 90-154 Tulsa, Okla.

معالجة عميقة للتاريخ الجيولوجى للشعاب المرجانية وترتيبها الطباقى وترسيبها والحيوانات التى شيدتها ، والضوابط البيئية التى أوجدتها مع مراجع وافية ·

Isaac, G. Ll. V Mc Cown, E.R. 1976. Human Origins : Louis Leakey & the East African Evidence. Meulo Park, Calif : W.A. Benjamin.

ان التقدم السريع فى علم الحفريات البشرية جعل هذه الكتب الحديثة غير ذات قيمة · ويقدم هذا الكتاب معلومات حفرية وأثرية هامة عن أصل الانسان · واذا أردت ان تتابع هذا الموضوع بدقة فلاحظ بدقة ما تنشره مجلتاساينس وفيتشر Science Nture فهى مجلتان دوريتان تنشران بانتظام كل جديد فى هذا الموضوع ·



١٢ ـ تطور الشعاب

نورمان د· نيويل

يونيــة ١٩٧٢

ان مجتمع النباتات والحيــوانات التى بنت الشعاب المدارية منحدرة من نظام حيوى عمره بليونى سنة · ويعكس تغير هذا المجتمع الأحداث الهامة فى تاريخ الأرض ·

الشعبة المرجانية شىء خطر على الملاحة بالنسبة للملاح · وبالنسبة للغطاس متاهة تحت الماء غنية بالأحياء · أما بالنسبة لعالم الأحياء فهى شىء حى مركب معقد من نبات وحيوان تعيش معا وتبنى بيئتها الخاصة وتحافظ عليها فهى مسئولة عن تركيبها وتراكم الحجر الجيرى الذى يكون جسم الشعبة · والنباتات الرئيسية لمجتمع الشعبة طحالب تفرز الجير ، وهى طحالب متعددة الأنواع . بعضها يمكن ان يسمى خطأ بالمرجان · والحيوان الرئيسى الذى يبنى شعابا اليوم هو المرجان الا انه توجد حيوانات بحرية اخرى تكون اعضاء هامة فى مجتمع الشعاب ·

هذا الترابط بين نباتات وحيوانات فى المياه المدارية فى العالم تكون اكثر النظم الاحيائية تعقيدا . وهو أيضا كما سنرى اكثرها قدما فى تاريخ الأرض والشيء الذى يقابلها على اليابس . من حيث النظام والتنوع هى الغابة المدارية الرطبة · فكل منهما يثير صورة من الخصب الكبير والنماء وتكتل الكتل الحيوية · وكل منهما يعتمد على الضوء بنفس الطريقة ، فضوء الشمس فى كل منهما يتسلل خلال مظلة متعددة الطبقات. وكل من هذه الطبقات مكون من ترابط كائنات حية تتفق حاجتها من الضوء على مايتسرب اليها ، كما تحتاج أيضا للظلال · بل هناك تواز بين طيور الغابة واسماك الشعبة وحيواناتها البحرية · كل منها يلعب دور السيد والخادم . ولكنها دورها الحقيقى فى تاريخ المجتمع ومصيره سلبيا دائما ·

ومن الشائع الاعتقاد بأن الشعبة تتكون أساسا من اطار جامد يتكون من هياكل المرجان والطحالب المتماسكة · ولكن اكثر من تسعين فى المائة من الشعبة يتكون فى الحقيقة من ذرات رملية ، ثبتتها النباتات والحيوانات أو ألقت بها فوقها · ثم تحول عمليات غير مفهومة ، فيزيائية وكيمائية حيوية هذا الركام الرملى الى حجر جيرى · أما باقى المادة العضوية الميتة فتسهم فى تكوين الركام · ولهذا الجزء الأساسى من الشعبة نسيج يختلف تماما عن نسيج الرواسب الطحلبية الذى ينمو الى أعلا ، أو عن نسيج المرجان ذى الأغصان المتشابكة التى تكون نواة الشعبة ·

مجتمع الشعبة

يتداخل النمو والتعرية فى الشعبة مما يعطيها نسيجا مفتوحا كثير الفجوات أى بالمعنى البيئى (الايكولوجى) طبيعة دائمة الطباقية ودائمة الانقسام · ففى قاع الماء خافت الضوء عند حافة الشعبة بما لا يكاد يزيد على ٢٠٠ قدما تحت سطح الماء توجد الكهوف والأسقف المعلقة التى تعطى الظل للنباتات والحيوانات التى تعيش فى الضوء الخافت · ويوجد تتابع من ثاقبات الشعبة وسكان الكهوف والحيوانات المفترسة وأكلات الحطام الصخرى . كل يعيش فى عمقها المفضل . وهى جميعا تتمثل فيها افراد من كل فصيلة حيوانية . كل هذا تعيش معا طبقة فوق طبقة من القاع الى السطح · أما قرب السطح وفوقه فيقدم الماء الغنى بالأوكسجين بيئة تسمح بتكوين معدل عال من الكلسيوم لعدد كبير من الأحياء تنشط فى بناء الشعبة ·

وأكثر هذه شيوعا هو حيوان المرجان وهو حيوان دقيق من قبيلة الجوفمعويات coelenterata · ويعيش هذا الحيوان فى تكافل مع نبات ذى خلية واحدة مجهرى اسمه zoovanthellae وهذا النبات يلصق بجسم الحيوان ويدخل فى نسيجه . حيث يتغذى مع الحيوان على ما تفرزه الحيوانات الأخرى من افرازات

نتروجينية وعن طريق التمثيل الضوئى ٠ وبينت التجارب ان هذا النبات ينشط تمثـل الكلسيوم لدى المرجان ٠ بل أن المرجان نفسه أكل للحم . وهو يتغذى عادة على يرقات وأجسام قشريات الشعبة الأخرى ٠

وأهم غذاء لمجتمع الشعبة هى الطحالب ـ الداكنة الخضرة والخضراء والحمراء٠ ومثلها مثل النباتات الخضراء على اليابس اذ تغذى العاشبات ٠ وتتوزع الطحالب فى الشعبة راسيا وافقيا فى نطاقات ٠ والطحالب الداكنة الخضرة أكثر انتشارا فى المياه الضحلة فى مستوى المد ، وهى منطقة لا توجد فيها الطحالب الحمراء ٠ أما الطحالب الخضراء فتتوزع أساسا فى مؤخرة الشعاب ، وفى مقدمتها (انظر الشكل) ٠

اما الاعضاء الأخرى فى مجتمع الشعاب فهى كلها حيوانات ٠ فبعد المرجان من حيث الأهمية كبانية للشعاب ، توجد عائلات اخرى تفرز الجير ، من الاسفنج ومن فصيلة البوريفيرا porifera ٠ وفصيلة الأوليات protozoa تتمثل فى انواع الفورامنفرا المضيفة . وهذه تضيف هياكلها الصغيرة الجيرية الى الرواسب التى تحيط بالشعاب ٠ وتضيف ايضا عدة أنواع من الحيوانات المجهرية التى تعيش فى مستعمرات من فصيلة الجماعيات bryzoa افرازاتها الجيرية ، كما تفعل ذلك ايضـا الأحياء البحرية الشوكية واعضاء فصـيلة الجلد شوكيات وفصـيلة السرجيات brachiopoda وبعض اعضاء فصيلة الرخويات ٠ وهذه جميعا تراكم هياكلها واصدافها وتساهم فى بناء الشعاب الجيرية ٠

وكثير من أحياء المجتمع الشعبى لا يساهم فى تركيبها ٠ بل ان بعضها من الثاقبات والحافرات تهدم لا تبنى ٠ فالديدان البحرية التى تقطن الشعاب رخوية الأجسام وبذلك فهى تعجز عن المساهمة فى بناء الشعاب ٠ كما ان الأجزاء الصلبة من بعض ساكنى الشعاب مثل السرطان وابو جلمبو والأسماك تلتهمها اكلات اللحم بانتظام ٠ وقد تتبقى بعض الشظايا ، ومن ثم فهذه الأحياء لا تساهم فى بناء الشعاب ٠

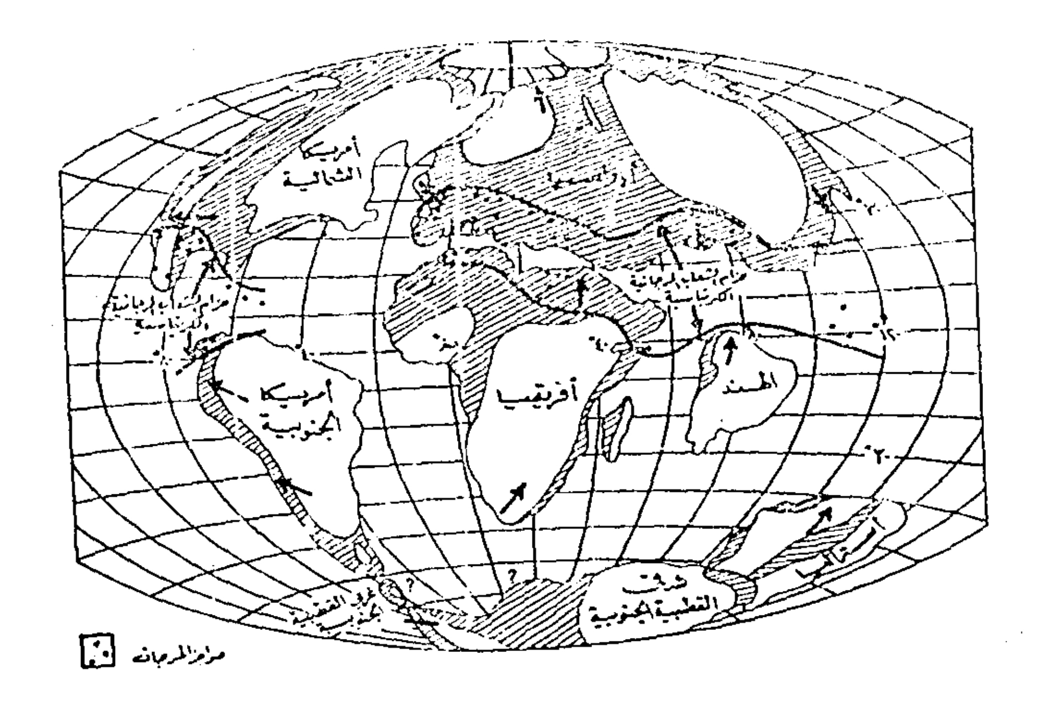
ومجتمع الشعاب مهيىء لبيئة ليست عليها ضغوط شديدة ، تمتاز بعدم وجـود فرق ملموس بين الفصول ٠ ومتوسط درجة حرارة الماء حيث تنمو الشعاب يتراوح بين ٢٧ ـ ٢٩ درجة م ٠ والفرق بين حرارة الصيف الحـرارة الشتاء ٣ درجات مْ ٠ او اقل ٠ والماء صاف بحيث تستطيع اشعة الشمس أن تتغلغل بسهولة ، وهى غنيـة بالأوكسوجين . ودرجة ملوحتها عادية ٠ وحتى فى هذه الظروف المثالية لا تنمو بعض الأحياء الشعابية (مثل المرجان) فى عمق يزيد على ٦٥ قدما ، وقد تكيفت احياء الشعاب للحياة فى غير ضغط . ومن ذلك فهى شديدة الحساسية لأى تغير بيئى ٠

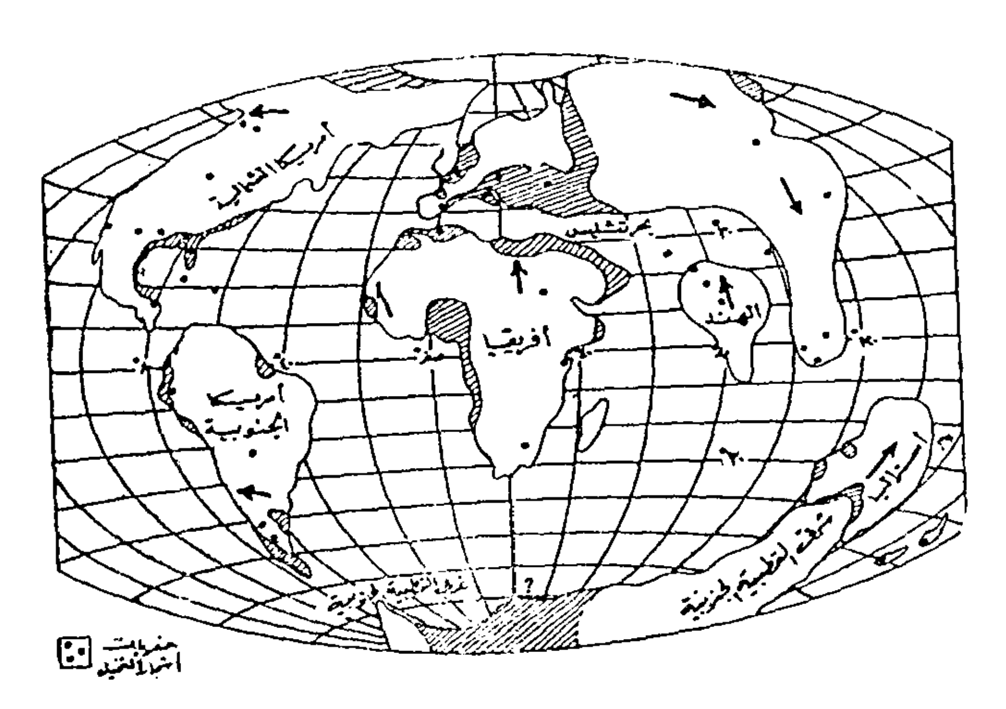
ويحتفظ السجل الحفرى بمئات من فترات الانقراض الجماعى للشعاب المرجانية بعضها شمل القارة بأكملها . وبعضها شمل العالم بأكمله · وقد أثرت اوقات الاضطراب البيئى هذه فى كثير من الأحياء فقضت عليها . بعضها بحرى مثل الامونيت وبعضها برى مثل الدناصر · كما شملت النباتات فى البر والهائمات (البلانكتون) فى المحيط · ولابد وأن سبب هذا الانقراض ليس سببا عاديا . مثل أسباب الانقراض الداروينية ، مثل الانتخاب الطبيعى والتنافس غير المتكافىء ، مما يؤثر فى الأنواع منفردة ، وليس فى الانواع بجملتها ·

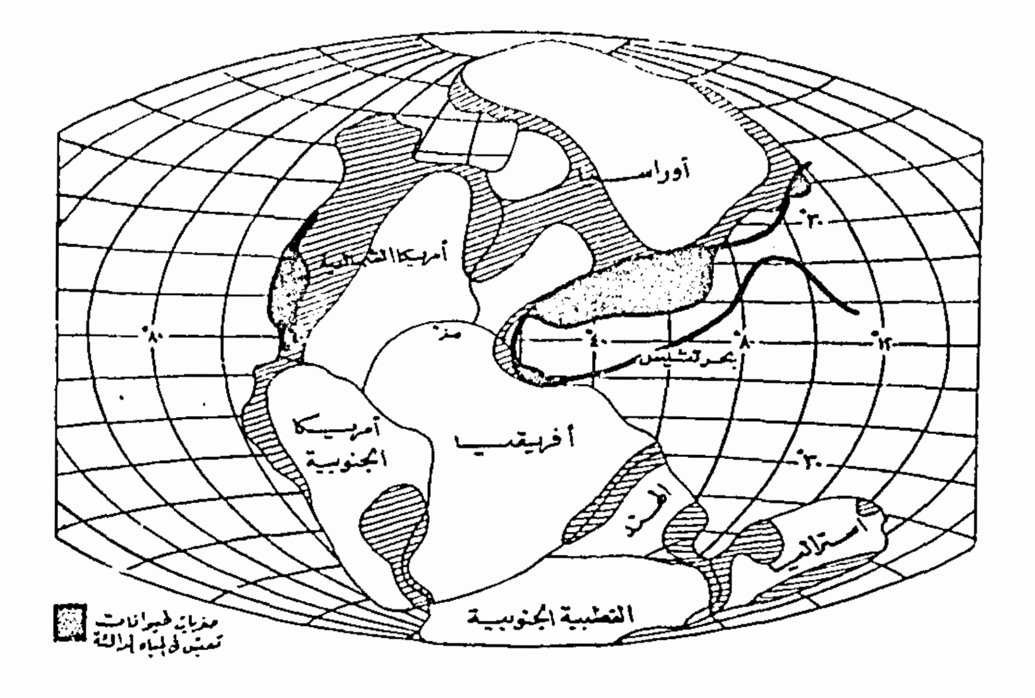
وقد اعتاد العلماء أن ينظروا خلال أجيال كاملة الى عدم اطراد السجل الحفرى وتتابعه بشك · وكانوا فى ذلك متاثرين بفكرة الكوارث المذكورة فى الكتاب المقدس والتى كانت سائدة فى القرن الثامن عشر · وكان هؤلاء الجيولوجيون يرجعون اضطراب السجل الحفرى الى عدم الدقة فى البحث . أو الى تشوه الحفريات ببعض الأحداث · ولكن فى نفس الوقت نظر رواد اخرون مثل ت·س· تشامبرلين و ا·و· جراباو فى الولايات المتحدة وهانز ستيله فى المانيا الى هذا الانقطاع فى الحفريات ، على اعتبار انه يعكس احداثا حقيقية . وبحثوا عن اسباب منطقية تفسر ذلك · وكان هؤلاء الرجال مدافعون ممتازون عن نظرية النبض المنتظم لداخل الأرض : « ان هذا النبض كان معناه حدوث حركات باطنية عنيفة ، مصحوبة بذبذبات عنيفة فى مستوى البحر وتغيرات عنيفة ايضا فى المناخ والبيئة » ·

الا ان عدم وجود ميكانيكية طبيعية يمكن أن تصور هذه الحركات الأرضيةالواسعة والثورات الجيولوجية العالمية جعلتمعظم الجيولوجيين وعلماء الأحياء القديمة يحجمون عن قبول نظرية نشأة الدورات البيئية · أما اليوم فلدينا نظرية تكتونية الكتل وهى تنضوى على ميكانيكية ممكن تصورها تفسراختلاف مستوى البحر ، وزحزحة القارات كما صورها تشامبرلين وزملاؤه· (انظر مقال تكتونية الأطباق(الكتل القارية) لجون ف· ديوى فصلة رقم ٤٠٠) فقد ادى التغير الكبير فىحجم الماء الموجود فى المحيطاتالكبرى، والذى اوجد له تكتونية الأطباق بوصفها تغايرا فى معدل انتفاخ اللابه على طول ارتداد حافات قاع البحر او فى معدل انتشار قاع البحر . هذا التغير ادى احيانا الى طغيان ماء المحيطات على مساحات واسعة من اليابس · وكان تغير العلاقة بين الماء واليابس يعنى تغيرا عالميا فى المناخ الذى كان يتغير من المناخ البحرى أو الجزرى الى المناخ القارى والانتقال مرة أخرى من القارى الى الجزرى ·

ونحن نعرف أن بناء الشعاب المرجانية بدا فى بحار الأرض المدارية منذ بليونى سنة على الأقل · وقد رأينا كيف أن بناء هذه الشعاب مقصور على بيئة ضيقة وانه حساس جدا لتغير ظروف البيئة · ويبدو منطقيا أن هذا انطبق ايضا على الماضى ·


أمريكا الشمالية
أفريقيا
الهند
أمريكا الجنوبية
شرق القطبية الجنوبية
مراكز المرجانات


أمريكا الشمالية
بحر تثيس
أفريقيا
الهند
أمريكا الجنوبية
أستراليا
شرق القطبية الجنوبية



هناك عاملان اثرا فى جغرافية العالم ومناخه ، هما حركة الكتل القارية وطغيان الماء الضحل عليها أو انحسارها عنه · وتوضح الخرائط الثـلاث توزيع القارات والمحيطات أثناء ثلاث من مراحل تاريخ الأرض · فقرب نهاية زمن الحياة القديمة تكتلت القارات فى قارة عملاقة واحدة · وكانت معظم الأنواع البانية للشعاب مدارية التوزيع · وفى نهاية زمن الحياة الوسطى (ب) اتسع المحيط وغصل الكتل القارية بعضها عن بعض · وأصبح المحيط الأطلنطى حاجزا كافيا امام هجرة الأنواع البانية للمرجان فى العالمين القديم والجديث · مما جعل كل منهما موطن تطور إنواع خاصة به · وفى نهايةزمن الحياة الوسطى جفالبحر الضحل الذى كانيطغى على القاراتتماما وفى أوائل زمن الحياة الحديثة (ج) طغى الماء الضحل مرة أخرى على بعض الأماكن ، ولكن الأرض اليابسة كانت أكثر اتساعا مما كانت عليه فى الزمن السابق · وهذا أدى الى وجود فروق موسمية أكبر فى درجات الحرارة القصوى فى كل من الشتاء والصيف ، غير ان توزيع الأنواع المدارية ودون المدارية كان عريضا ، لما تدل عليه حفريات أشجار النخيل ·

أربعة انهيارات غيرت تكوين مجتمعات الشعاب المرجانية (الخطوط الافقية الملونة) منذ تكون مجتمعات من النباتات والحيوانات المكونة للمرجان أى منذ ٦٠٠ مليون سنة . هذا عندما ظهرت مجموعة من الحيـــوانات شبه الاسفنجية (د) بين الاستروماتوليت الطحلبية الأقدم منها بكثير (أ) . وفى بدء زمن الحياة القديمة ـ فى اقل من ٧٠ مليـــون سنة اندثرت هـــذه الاستروماتوليتات . وهذا يحدد بدء أول انهيار لمجتمع مرجانى . ثم ظهر خلف آخر فى وسط العصر الاردوفيشى . اشتمل أعضاء المجتمع على طحالب مرجانية (جـ) وهى أول المرجانيات ،الطباقية (د) والراجوز (هـ) واسفنج استروماتوبويد وجماعيات (و) . وازدهرت هذه المجموعة حتى نهاية العصر الديفونى أى منذ ٣٥٠ مليون سنة عندما انهارت مرة أخرى . وبعد ١٣ مليون سنة ظهرت مجموعة أخرى (ز) منها الطحالب الخضراء (ح) والفورامنفرا (ط) والمسرجيات (ط) والحلقيات (ى) وبانيات الشعاب هذه ازدهرت حتى نهاية زمن الحياة القديمة والانهيار الثالث . والمجتمـع الثالث ظهر فى زمن الحياة الحديثة وتميز بظهور المرجان الحالى وازدهار الرخويات ازدهارا شديدا (ك) وهذه اندثرت منذ ٦٥ مليـون ســـنة . وانحسار الماء من البحار الضحلة أدى الى وجود مناخ أبرد وتكوين العمائم الجليدية فوق القارة القطبية الجنوبية . وهذان العاملان اديا الى تحديد المجتمع الشعابى المرجانى الحالى فى التنوع والتوزيع .

وأن التغير فى مجتمعات الشعاب القديمة يعكس بأمانة ترتيب الكتل القارية وأحواض المحيطات فى العالم ، وهذه يبحث عنها دارسو تكتونية الأطباق • وهؤلاء لديهـــم سبب فى البحث عن هذه الشعاب . كما أن الدراسة المقبلة فى الجيولوجيا والحفريات ستجلى تفاصيل تاريخ الأرض •

واقدم أنماط الشعاب ـ كما تتوقع ـ أبسطها • فالطحالب وحدها ، دون أى حيوانات أخرى متعايشة ، هى المسئولة عن رواسب الحجر الجيرى وشعابها ، التى تكونت منذ بلايين السنين . والتى وجدت فى بحـــــار زمن ما قبل الكامبرى الأوسط والمتأخر •

وقد انتجت طحالب زمن ما قبل الكامبرى تراكمات واسعة من حجر جيرى متميز، وجد تكتنفه اطارات من حطام الشعاب فى تكوينات الصخر فى انحاء كثيرة من العالم• ويطلق الجيولوجيون على هذه الكتل الجيرية اسم استروماتوليب stromalotites وهى كلمة مشتقة من اليونانية بمعنى مسطح وصخر • ومن النادر أن توجد الكائنات الحية المجهرية التى بنت هذه المسطحات كحفريات • ولكن لابد وانها كانت تشبه الطحالب الداكنة الخضرة الخيطية ، والتى تكون كتلا مشابهة من الحجر الجيرى فى الوقت الحاضر •

ولم تكن اعمال هذه الطحالب بانية الشعاب فى زمن ما قبل الكامبرى ضئيلة ، فقد كانت بعض مستعمراتها تنمو الى سمك عشرات الأقدام • وتمكنت من عمل هـــذا باقتناص حبيبات كربونات الكلسيوم وربما بافراز بعض الجير أيضا • وكانت النتيجة لهذا تكون ما يشبه العواميد أو التلال الدائرية •

وسيلاحظ القارىء أنى فى شرح موجز لتطور مجتمع الشعاب اتحدث عن المظهر الأول والأخير لها • وليس معنى هذا بالطبع أن الكائن الحى كان يوجد فجاة ثم يتحطم فجاة • فكل كائن حى له ميراث تطورى وراءه . عندما تهيأت له بالمصدفة فرصة تكوين كوة تطورية وبيئة يعيش فيها • كذلك يمكن تتبع اندثار بعض جماعات الأحياء الكبرى على مدى بلايين السنين ، رغم أنه فى حالات متعددة كان وقت الاندثار هذا قصيرا جـــدا •

ظهـــور الحيـوانات

انتهى لزمان ما قبل الكامبرى منذ حوالى ٦٠٠ مليون سنة • وقد شهد عهد افتتاح سجل الحيـــاة ، فى العصر الكامبرى بدا تكون اول مجتمـــع شـــعابى • وكانت

الاستروماتوليت هى أول مجموعة متنوعة من حيوانات شبيهة بالاسفنج صخرية تسمى الكئوس القديمة Archaeocyathids (من الاغريقية بمعنى كأس وقديم) ٠ وقد غرست هذه الحيوانات الصخرية نفسها منـــذ بدء الكامبرى على طـــول الشـــعاب الاستروماتوليتية ، فى مجموعات منخفضة او متناثرة كالشجيرات وسط المروج ٠ وليس من الصعب أن يتصور أن المسافات الشاغرة بينها ، أو بين المســـتعمرات بعضها والبعض الآخر كانت تمد التريبوليت الذى كان يعيش فى بحار الكامبرى الذى كان يتغذى من طين الأعماق بالظل ٠ ولم تكن كل الشعاب تأوى هذه الكئوس القديمة ، فقد كانت بعض الشعاب القديمة مكونة خلال أوائل العصر الكامبرى ووسطه بالاستروماتوليت ٠

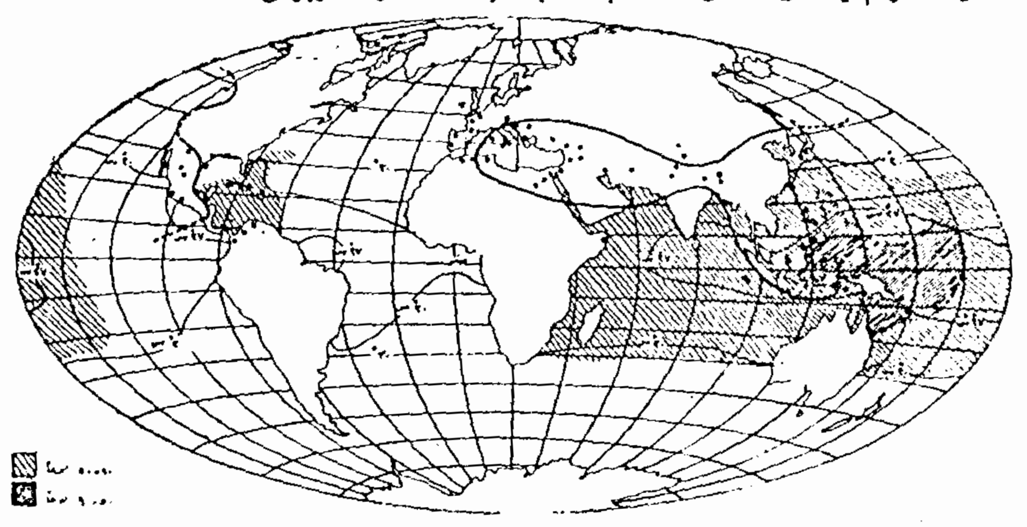
وفى نهاية العصر الكامبرى الأوسط ، أى منذ حوالى ٤٥٠ مليون سنة اختفت الكئوس القديمة ٠ ولا يمكن أن نتعرف على سبب واحد أدى الى انقراضها ، وهى أول حادث انقراض من أربعة حوادث أتت على الشعاب ، ولكن هذا السبب يمكن رفضـــه تماما ٠ اذ أن البحار ظلت خالية من أى حيوان من بناة الشعاب طول عصر الكامبرى وحتى منتصف العصر الاردوفيشى أى حتى ٦٠ مليون سنة خلت ٠ فكل الشعاب التى بنيت خلال هذه الفترة كانت من تشييد الطحالب الداكنة الخضرة ٠

وتحتوى التكوينات الحفرية فى بحيرة تشاملين فى اقليم نيويورك ، وهو اقليم كانت تسوده الظروف البحرية المدارية خلال أواسط الاردوفيشى أى منذ ٤٨٠ سنة على أول دليل على تجدد مجتمع النبات والحيوان الشعابى ٠ فالمجتمع الجديد أصـــبح مجتمعا معقدا ٠ واستمرت الاستراماتوليت مزدهرة ، وظهر نوع ثان من حياة النبات ، الطحالب المرجانية صولينوبورا Sokenapora ٠ وهى أحياء حفرية ، كانت ذات أهمية فى السجل الحفرى ، واتخذت دورا جديدا بعد ذلك فى نمو المجتمع الشـــعابى وتسمى الجماعيات bryozoans ، وهو سلف مباشر للجماعيات المرجـــانية الحالية ٠ أما الحيوانات الحديثة التى أتت فى هذا العصر فكانت تشـــــمل الاسفنج الصخرى ، الاستروماتوليت ، وكان بعضها يشبه الأطباق وبعضها كروى أو يشـــبه الشجيرة ٠ وقد قدر لهذه الاسفنجيات الجيرية أن تلعب دورا كبيرا ملايين السنين ٠ وكان أهم الحيوانات ، على أية حال ، فى ضوء التطور القادم بعض الجوفمعويات ، أول المرجان ، وقد استمر بعد ذلك التعاون الوثيق بين الطحالب والمرجان ، وهـــذا لم يكن معروفا ــ كما يبدو ــ قبل منتصف العصر الاوردوفيشى (على الرغم من وجود تقلبات) حتى الوقت الحاضر ٠

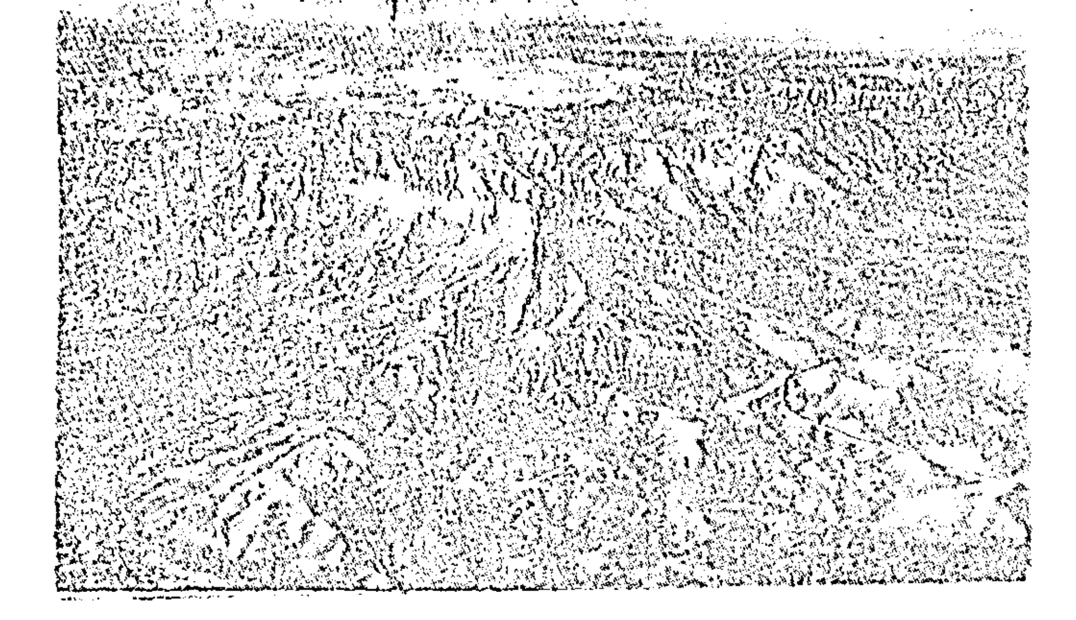
هذه الحيوانات الجديدة هى والمرجانيات الأخرى التى ظهرت خلال زمن الحياة القديمة كانت من نمطين ٠ فى واحد منها كانت المراحل المتتابة لكل بوليب سلاسل من الأرضيات المتوازية التى كانت تقسم الأنبوب الصخرى الذى يأوى الحيوان٠

وهذه تسمى المرجان فقد كانت له تغضنات ظاهرية واضحة على سطحه ويسمى بالمرجان المتغضن

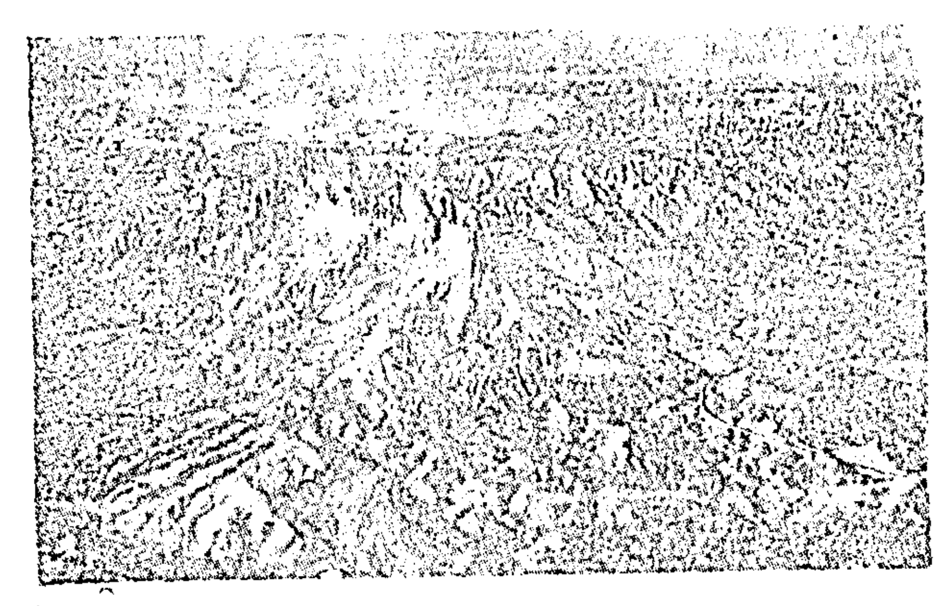
ومنذ أكثر من ٣٥٠ مليون سنة بقليل ، بالقرب من أواخر الفترة الديفونية حدثت تغيرات بيئية عالمية تسببت فى انقراض المرجان من العالم انقراض جماعيا · وكان من ضحاياها عدد من الحيوانات البحرية الهامة السابقة ، تشمل عدة جماعات من سكان المجتمعات المرجانية · فتقلصت هذه المجتمعات تقلصا شديدا · وكانت هناك تحالف ثلاثى ـ حتى ذلك الوقت ـ بين الطحالب والمرجان والاسفنج ، وكان هذا التحالف قد ظهر بادىء الأمر فى العصر الاوردوفيشى واستمر ١٣٠ مليون سنة دون انقطاع · وقد ظلت التغيرات البيئية غير معروفة ، وهى التغيرات التى اكتسحت مجتمعات الشعاب التى نجحت من قبل فى التشعع والتنوع · وان كنا نستطيع أن نخمن أن التغير من المناخ الجزرى المعتدل الى المناخ القارى القارس ربما لعب دورا فى هذا الانقراض · وعلى أية حال فقد كان هذا الحادث قاسيا بدرجة أنه لم يعمر بعد ذلك الا الطحالب الاستروماتوليتية مما أفقر كثيرا المجتمعات الشعابية ، خلال الثلاث عشرة مليون سنة التالية · ولم ينتعش سكان الشعاب الا بعد بدء العصر الكربونى ·



بناة الشعاب فى الوقت الحاضر منحصرة فى حزام ضيق ما بين ٣٠° شمال وجنوب خط الاستواء (اللون الرمادى الفاتح) · بل داخل هذا الحزام ، تتركز أهم الأنواع حيث لا تقل درجة الحرارة عن ٢٧° س · وتتعدى شعاب زمنى الحياة القديمة والوسطى هذا الحزام · (الخط الاسود والنقط) · وهذا يدل على أن خط الاستواء كان يقع شمالى الخط الحالى · ويدل التوزيع غير المتسق للمرجان الحفرى على أن شطرا كبيرا منه قد انحصر على حدود الأطباق القارية وغطس تحت القشرة الأرضية ·



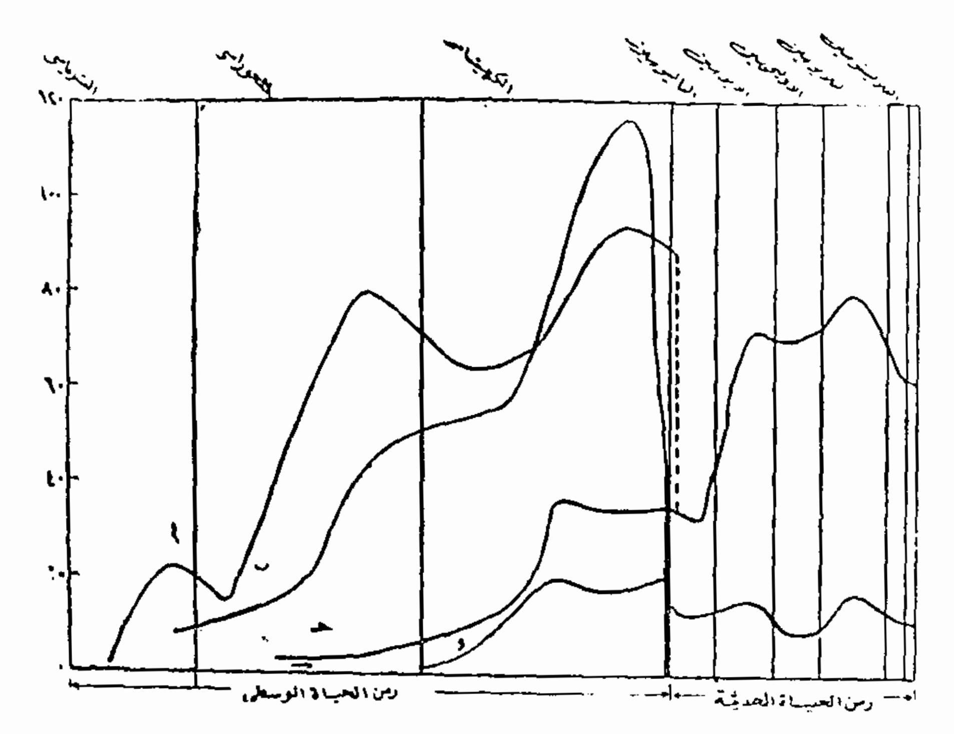
حاجز مرجاني حفـــري . تكون في الديفوني الأعلى ، كونتها نبـــاتات وحيوانات بحرية كانت تعيش في المياه الدفيئة التي كانت تغطي جـزءا من استراليا منذ ٣٥٠ مليون سنة · وقد تعرض الحاجز لحـــركات الدفع والتعرية ، وهي الآن مرتفعات محترقة تسمى جبـــال تابيير في غربي استراليا · وقد قطع مجرى مائي لنفسه قاطعا في صخر الحاجز



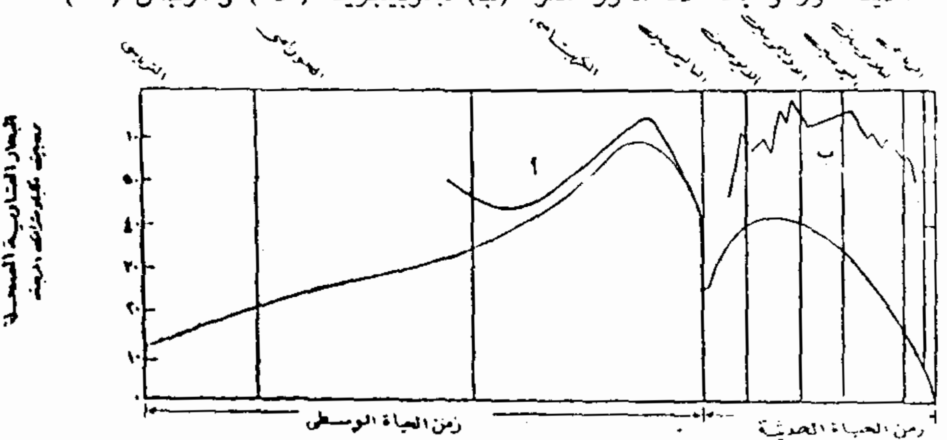
حاجز مرجاني حفري أحدث . تكون منذ ٢٥٠ مليون سنة ، في العصر البرمي ويكون حافة من الصــــخر طولها ٤٠٠ مترا ، تحيط بحوض ويلاوار الى اليمين على الحدود بين تكساس ونيومكســـكو · ومعظم الحاجز مدفون تحت رواسب تالية · ولكن هناك جزء ظاهر منه طوله ٤٠ ميلا · يكون جبال جوادلوب · وتظهر في المقدمة جبل الكابتن . وهو جزء من الحاجز على ارتفاع ٤٠٠٠ مترا ·

وقد مرت ١١٥ مليون سنة بين تعمر مجتمع الشعاب فى العصر الكربونى ونهاية زمن الحياة القديمة ، ويشمل ما بين ذلك معظم عصر المسيسبى وكل عصر بنسلفانيا (وهما قسما العصر الكربونى) ونهاية زمن الحياة القديمة وهـو العصر البرمى . وشملت الأنواع التى أحييت خلال هـذا العصر من التشـعع فى البحـار المدارية الاستروماتوليت ، وعديد من الجماعيات brachiopods ، ذراعيات الأقدام أو المسرجيات Bryozoa وعدد قليل من المرجان المجعد . وفيما عدا هذه الحيوانات لا يوجد أى شبه بين حيوان المجتمع الشعابى الجديد والمجتمع الشعابى الذى كان موجودا فى منتصف زمن الحياة القديمة . وكل من اسفنج الاستراماتوبورى والاسفنج والمرجان الطباقى اما أنه غير موجود فى رواسب شعاب العصر الكربونى والعصر البرمى ، أو أنه كان قليل العدد .

وقد احتل فى ذلك العصر نوعان من الحيوانات أهمية خاصة فى مجتمع الشعاب المرجانية ، وهما الطحالب الخضراء الجيرية ، هما lasycladaceans codiaceans فقد أصبحت لهما الأغلبية الكمية فى المجتمع الشعابى وكما لو كانت تعوض اختفـاء الاستروماتوبوريات ، ازداد عـدد مجموعة المرجان الجيـرى ، والاسـفنجيات sphinctozoans وتزايدت وتكاثرت تكاثرا شديدا . وفى نفس الوقت لعبت مجموعة من الاشنات الجلد شوكيات echimoderms وهى ازهار البحر الزنبقانيات sea bellies - crinoids دورا كبير فى مجتمع الشعاب . وقدب نهـاية زمن الحياة القديمة ازدهرت المسرجيات وازهار البحر ازدهارا كبيرا وتنوعت تنوعا عظيما، وأصبحت أنواعها تعد بالآلاف فى التكوينات الشعابية البرمية .



وصلت زيادة أنواع الحيوانات البــرية والبحـــرية ذروتها فى العصر الكريتاسى . وقد أعقب هذا انقراض عدد من الأنواع وهبوط عددها هبوطا شديدا . وقد انقرض النوع البحرى (رودست) (ج) وفى البر انقرض الديناصور وهبط عدد الفورامنفرا (ب) جلوبيجرينا (د) والمرجان (أ)



بدأ انحسار البحار التى كانت تغطى مساحات كبيرة بالقرب من نهاية زمن الحياة الوسطى وزاد ذلك فى الميوسين ونظائر الاكسجين فى البلمنيت (أ) والفورامنفرا (ب) يتبين ان المحية سار نحو البرودة منذ أوائل الميوسين . وتبدو هناك علاقة بين مساحة الأرض الأكبر . وزيادة الفروق الحرارية الوسمية فى المنـــاخ

الانهيار الثالث

انقرضت نصف العائلات الحيوانية ، برية وبحرية ، وعدد كبير من النباتات البرية عند نهاية زمن الحياة القديمة • وكان تغير البيئة الذى حدث فى ذلك الحين ، أى منذ ما يقرب من ٢٢٥ مليون سنة ، له آثار أكبر من آثار تغيرها فى العصر الديفونى • أما فى مجتمع الشعاب فان التشعع الثانى الناجح الذى قام على تحالف ثلاثى بين الاسفنج الاسفيتكتوزى والطحالب والمسرجيات ذراعيات الأقدام فقد انتهى ، ولم تعد هناك شعاب فى أى جزء من العالم فى العشرة ملايين سنة التى كونت زمن الحياة الوسطى •

فما هو سبب هذا الانقراض الكبير ؟ ليست لدينـــا معلومات ملموسة ، ولكن بالمقارنة بحالات أخرى معروفة نستطيع أن نخمن أن تغيرا غير ملائم للشعاب فى المناخ والوسط كان هو السبب فى هذا الحادث • ففى أواخر زمن الحياة القديمة التحمت كل القارات بعضها بالبعض الآخر وكونت كتلة قارية واحدة : هى كتلة بانجايا Pangaea وغطت الأغطية القارية الثلجية الجزء الجنوبى من هذه القارة العملاقة ، منطقة اسمها جندوانا وذلك خلال العصرين الكربونى والبرمى • وهذه الثلاجات دليل ملموس على تغير المناخ وسيادة المناخ البارد ، ودلت الدراسات المغناطيسية القديمة على أن هذه الثلاجاتكانت تغطى ماهو معروف بالقطب الجنوبى • أما أىعلاقة بين الجليد الذىحدث فى أوائل البرمى وبين الانقراض الذى حل بالأحياء عامة قرب نهايته فلم تؤيد بعد • ولكن ما هو أكثر دلالة من ذلك ، هو أن كل البحار الضحلة التى غمرت مساحات واسعة من اليابس على الأقل خلال جزء من هذا العصر قـــد جفت عند نهـــاية زمن الحياة القديمة • فلابد وأن نتائج هامة قد تبعت اختفاء البيئة البحرية المعتدلة •

وفى أواخر زمن الحياة القديمة . أحاط بحر مدارى بالأرض كلها ، الا وهو بحر تثيس • وكان الحاجز الوحيد امامه هو تلاحم أمريكا الشمالية وغربى أوروبا ، وكانت هاتان الكتلتان متلاحمتين آنذاك • واستمر لسـان غربى من بحر تثيس عرف فيما بعد بالبحر المتوسط الغربى • أما طرفه المقابل فقد توغل فى غربى أمريكا الشمالية وتكونت فيه الشعاب المرجانية البرمية الموجودة الآن فى تكساس •

وكانت النهاية الغربية لبحر تثيس ، وهو البحر المتوسط الحالى مسرحا لنمـو الشعاب المرجانية مرة أخرى بعد هدوء استمر ١٠ ملايين من السنين • وهنا تكونت مجموعة جديدة من الشعاب فى العصر الترياسى ، هى مجموعة scleractinians وهذه كانت أسلاف أكثر من ٢٠ عائلة من المرجان الذى يعيش فى الوقت الحاضر • وهذه بدأت بست عائلات مرجانية تكونت فى أماكن متفرقة ووجدت فى ألمانيا الحـالية.

وجنوبى الألب وكورسيكا وصقلية · وظلت هذه المجتمعات المرجانية حتى فى أواخر الترياسى ، أى ما يقرب من ٢٠٠ مليون عام خاضعة للطحالب الجيرية ·

مجتمع زمن الحيـــاة الوسطى

انتعشت مجتمعات الشعاب مرة أخرى خلال المائة وثلاثين مليون سنة التى كونت عصرى الجوراسى والطباشيرى فى كثير من أنحاء العالم · فعادت الاسترامانوريوريات التى كادت تنقرض تماما خلال العصر الديفونى الى مكانها من الأهمية النسبية حتى العصر الجوراسى · وازدهرت المرجانيات وزاد عدد عائلاتها وتنوعت ووصلت ذروتها فى المياه التى تطل عليها أراضى جنوبى أوروبا خلال العصر الطباشيرى · ففى هـــذه المنطقة من البحر المتوسط وحدها ازدهرت ١٠٠ جنس من الاسكليراكتينيات · وهذا عدد كبير بالنسبة للعالم فى الوقت الحاضر · كما كان مجتمع الشعاب فى هذا الطرف من بحر تثيس غنيا بأنواع أخرى من المرجان · فشملت مجموعتى الاسفنج وكثير من بانيات الشعاب من الارشنات البحرية والمثقبات (الفورامنفرا) ورخويات عديدة أخــرى · يضاف الى ذلك نوع جديد لم يكن سائدا من قبل من الطحالب الحمراء المرجانية بدأ يلعب دورا هاما ، ألا وهو lithothamions · ولم يعد للاستروماتوليت ، بانية الشعاب الهامة من قبل ، خلال زمن الحياة القديمة الدور الهام فى مجتمع الشعاب ·

وحدثت فترة غير مواتية فى أوائل العصر الطباشيرى (الكريتاسى) ، أى منذ ١٢٥ مليون سنة تقريبا · فقد اختفت الشعاب من السجل الحفرى لمدة ٢٠ مليون سنة · ولكن هذه الفترة أعدت المسرح لفترة أخرى من الازدهار · فقد تكونت الشعاب مرة أخرى فى كل من البحر المتوسط والمياه المدارية فى العالم الجديد ، لم تكن العائلات المرجانية معروفة بها من قبل · وكان المحيط الاطلنطى الحالى قد بدأ فى التكون · وتدل الاختلافات الاقليمية بين مجتمعات العالمين القديم والجديد التى ظهرت فى ذلك الحين على تصاعد أثر أعماق المحيط الاطلنطى بوصفها حاجزا أمام هجرات مجتمعات الشعاب المرجانية ·

وحدث تطور جديد كبير فى ذلك الوقت · فقد بدأت بعض الرخويات من أعضاء مجتمع الشعاب وهى ثنائية التكوين ، تلعب دورها بوصفها البناء الأصلى للشعاب · وقد شهدت الثمانية مليون سنة التالية تشعم هذه الأحياء rudist وأخذت تنافس المرجان فى أنها البناءة للشعاب · وقد حلت هذه محل المرجان عند كثير من الحواجز الهامشية· فقد التحمت قواقعها الاسطوانية والمخـــروطية الشكل وكونت مستعمرات تشبه المرجان كثيرا · وكثير منها ينمو كما ينمو المرجان · وقبل نهـــاية

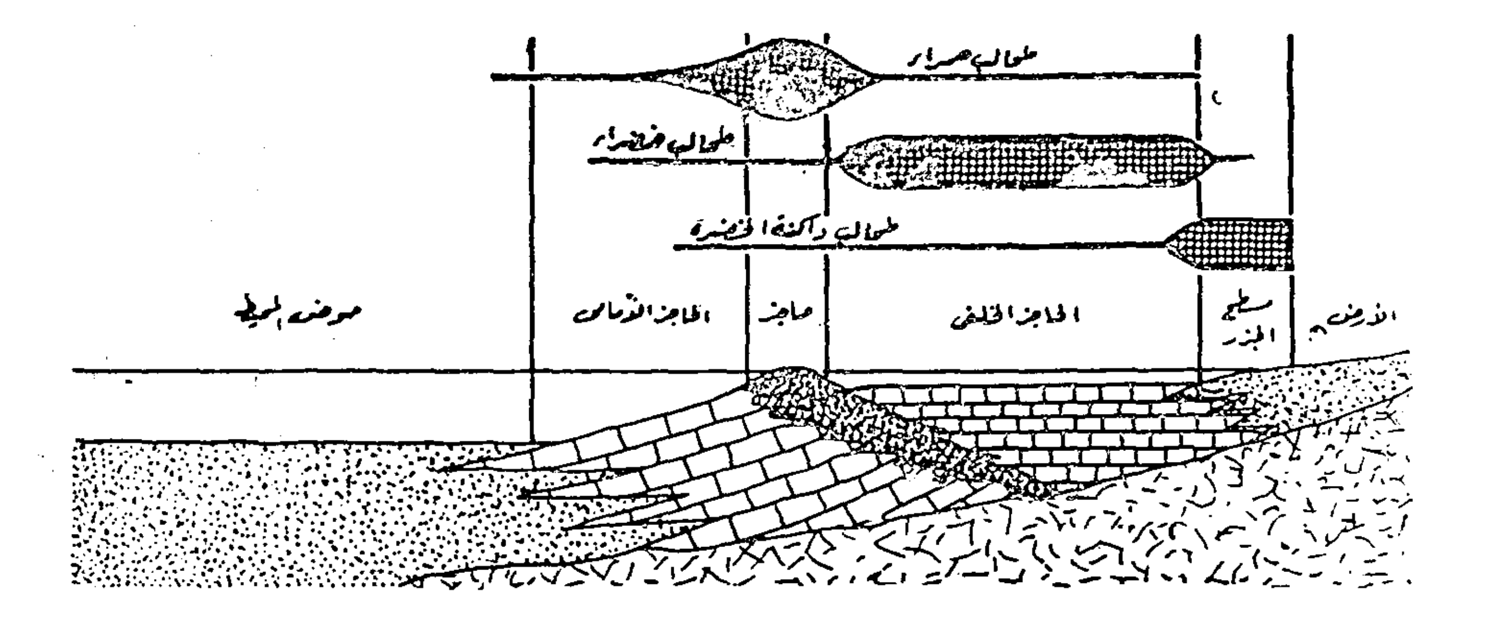
العصر الكريتاسي اي منذ ٦٥ مليون سنة حلت هدد محل المرجان في بناء مجتمعات الشعاب . ولكنها في نهاية العصر الكريتاسي ماتت فجاة واحتفت من كل مكان .

وكان العصر الكريتاسي ، منذ عصر الجيولوجيا الأول في القرن الثامن عشر يعرف بقصر الانقراض . فحوالي ثلث العائلات الحيوانية كلها التي كانت تعيش في أوائل الكريتاسي لم يعد لها وجود في بدء زمن الحياة الحديثة ولم يستثن من ذلك مجتمعات الشعاب . فقد اندثرت الروديست ، كما اندثر جنسان آخران من بانيات الشعاب في ذلك الوقت . كما أصيبت أشكال الحياة البحرية الأخرى من غير مجتمع الشعاب . وتدهورت الامونيت وهي مجموعة رخوية هامة خلال العشر ملايين سنة من العصر الكريتاسي . وفي نهاية هذا العصر اندثرت كل الامونيتات وتدهورت بسرعة أيضا البلمنيت ، وكذلك أنواع أخرى من الرخويات التي كانت منتشرة في العالم كله . وعانت أيضا المجموعات البلاكتونية ، التي تطفو طليقة في الماء وهي من عائلة المثقبات (الفورامنفرا) .

وقد راحت ضحية التغيرات البيئية أيضا كثير من أنواع الحيوانات البرية ولعل من ابرز هذه الحيوانات التي اندثرت في ذلك الحين تلك المجموعة الكبرى التي تعرف بالدناصر . فلم يعمر جنس واحد منها من الأجناس الخمسة عشر بعد المائة والتي وجدت حفرياتها في طبقات العصر الكريتاسي . وان اندثار مثل هذا العدد الهائل من اجناس الحيوانات في البر والبحر ليدل على وجود سبب واحد أدى الى تلك الكارثة .

فما هو سبب هذه الأزمة الاحيائية ؟ اننا نقترب الآن من الوقت الحاضر ونستطيع أن نجد قرائن أقوى . فقد كانت الأحياء كلها خلال زمن الحياة الوسطى كله تقريبا ، في البر والبحر عالمية . فقد انتشر في العالم كله نوع من المناخ الواحد على جانبي خط الاستواء ، ولم تكن هناك نطاقات مناخية مختلفة تعيش في كل منها أنواع معينة من الأحياء . ولقد كانت الأرض في معظم تاريخها كوكبا تسوده المياه . ولم تكن نسبة اليابس تزيد قط على نسبتها الحالية أي ٣٠٪ من سطح هذا الكوكب ، بل لقد كانت أقل تصل الى ١٨٪ فقط ، وفي نهاية العصر الكريتاسي كان نحو ثلثي الأرض تغطيه البحار . ويبدو أنه في مثل هذه الأوقات التي كانت مياه البحار تغطي معظم مساحة الأرض ، لم لم تكن هناك دورات هوائية أو تيارات بحرية مثل تلك الموجودة الآن .

ويبين علم المناخ القديم التناقض بين أحوال العصر الكريتاسي والأحوال الحالية فبقياس نسبة نظائر الاوكسجين الموجودة في كربونات حفريات المثقبات (الفورامنفرا) والرخويات ، فاننا نستطيع أن نحسب درجات حرارة الماء السائدة التي كانت تعيش فيها هذه الحيوانات . ودرجة حرارة أغوار المحيطات في الوقت الحاضر ٥٢ م . وقد بين سيزاد ايمليانى من جامعة ميامى انه في أوائل زمن الحياة الوسطى،



تركيب الشعاب · تتركز على نواة صلبة (ملونة) مكونة من هياكل الطحالب الملتحمة والمرجان · فى هذا الشكل بدأ نمو الى اليمين ، ثم استمر الى أعلا والى الخارج · ويتكون معظم المرجان من مناطق واسعة من الحطام المثبت الذى كان يتحول باستمرار الى حجر جيرى وهو يكون الشعاب الأمامية والخلفية والحطام الذى يشبه الرمل ثبتته الحيوانات والنباتات البحرية فى مجتمع الشعاب · ويوضح الشكل أنواع الطحالب التى تكون الشعاب

اى منذ ما يقرب من ٢٠ مليون سنة كانت درجة حرارة قاع المحيط حوالى ٧° م · ووجد انه خلال الاوليجوسين اى قبل ذلك بنحو ١٠ ملايين من السنين كانت درجة الحرارة حوالى ١١° م وأنها فى اواخر العصر الكريتاسى اى منذ ٧٥ مليون سنة كانت ١٤° م · وقد اقترح ان بدء التبريد كان مميتا للدناصر · وعلى اية حال فمن الواضح ان ماء قاع المحيط كان يختزن البرودة منذ بدء زمن الحياة الحديثة ·

كما ان بدء حدوث ذبذبة موسمية فى الحرارة والمطر فى نهاية العصر الكريتاسى هذا اتجاه بدأ مع ابتداء تصرف المياه الضحلة وجفاف اليابس ، وانحسار الماء فى احواض المحيطات العميقة ، قد اقترن كما بين املياني ودانييل ا· السكورد من جامعة كاليفورنيا وديفيز وهارى بيلى من جامعة كاليفورنيا بنقصان عـــدد الأنواع النباتية والحيوانية بل وانقراضها · فقد كان معظم هذه الأحياء غير معد فى تكوينه لتغير المناخ والذبذبة بين الصيف والشتاء كما كانت غير مهيئة لهذا بل كانت مهيئة لمناخ رتيب دفىء واحد · ولم تكن ايضا معدة لغير بيئة من البحار الضحلة · فلم يكن عجيبا اذن ان تموت هذه الاحياء ، بل الغريب ان يعمر ويبقى بعضها ·

وبالقرب من نهاية الباليوسين ، اى منذ ١٠ مليون سنة بعد الانهيار الاحيائى فى العصر الكريتاسى ، ظهر مجتمع جديد فى البحار المدارية وبدأ تشمع جديد من المرجان فى عصر الايوسين · ولم تكن اجناس المرجان scleractinian معـــروفة من قبل فى العالم · ولا يزال بعضها يعيش حتى الآن ·

الهبوط فى زمن الحياة الحديثة

يبدو أن ازدياد فصلية المناخ ، وازدياد انخفاض درجات الحرارة فى بحار العالم قد اديا الى انخفاض تنوع المرجان فى اواخر الايوسين واستمر ذلك حتى الاليجوسين· ورغم ذلك فقد ظلت المجتمعات التى تبنيها المرجان والطحالب المرجانية معا نشطة فى خليج المكسيك لبحر الكاريبى وجنوبى أوروبا وجنوب شرق آسيا · واستمر المحيط الأطلنطى يعمق حوضه ، وهذا أكد دور هذا المحيط بوصفه حاجزا بين انواع المرجان الأوروبى والمرجان الكاريبى ويظهر هذا بوضوح فى حفريات أنواع المرجان فى أواخر الاوليجوسين ·

وفى ذلك الوقت كانت الأرض خالية من الجليد لمدة ٢٠٠ مليون سنة ولكن كان قد بدأ تغير اخر سيكون له ابعد الأثر فى مناخ العالم · فقد بدأ تكون عمامة الجليـد الأطلنطية · وتدل الحفريات النباتية وحفريات الفورامنفرا على هذا التبريد الذى بدأ

منذ أوائل الميوسين • فقد كان مناخ معظم القارة القطبية الجنوبية لا يختلف عن المناخ الدفىء الذى كان سائدا فى أوائل زمن الحياة الحديثة ، عندما كانت أشجار النخيل تنمو من الاسكا حتى بتاجونيا • فى هذا الوقت كانت القارة القطبية الجنوبية أبعد من موقعها الحالى بالنسبة للقطب • ورغم ذلك فقد بدأت ثلاجات الجبال فى الظهور منذ ملايين السنين ، فى عصرى الايوسين والاوليجوسين ، فقد وجدت الرمال الجليدية التى جرفتها الثلاجات وارسبتها فوق الرفرف القارى فى رواسب البحر العميق بالقرب من الشاطىء • ويبدو أن حالة التبريد قد استقرت قبل نهاية عصر الميوسين • ففى جبال جونز غربى القارة القطبية الجنوبية تستقر حمم اللابه فوق رواسب جليدية ومناطق واسعة تأثرت بالتعرية الجليدية •

ومنذ أن غطت العمائم الجليدية القارة القطبية الجنوبية منذ حوالى ٩٥ — ٢٠ مليون سنة ، دخل عامل جديد اثر تأثيرا قويا على مناخ العالم حتى اليوم • فالعمائم الجليدية استثارت نظام الجو فى العالم • ففى البحار المفتوحة التى تحيط بالقارة القطبية يبرد الماء ويختلط بالهواء حتى يصبح أثقل من أن يظل على السطح • فيهبط الماء البارد الى أسفل وينتشر فى قاع المحيط متتبعا تضاريس هذا القاع • وينتج عن هذا دورة للماء البارد من القارة القطبية الجنوبية الى أحواض المحيطات بعامل الجاذبية وما يتبع ذلك من تخفيض درجات حرارة الهواء الملامس لها • ويؤثر هذا التفاعل النشط الغلاف الجوى من فوق مع المحيط واليابس من أسفل بدوره على نظام توزيع الرياح وعلى الطقس العالمى • فمناخ العالم اليوم نتيجة لعملية تبريد تتميز بوجود تطرف فصلى نحو الحرارة المرتفعة والحرارة المنخفضة • وقد ازداد هذا الاتجاه عندما ظهرت العمائم الجليدية فوق القارة القطبية الجنوبية فى عصر الميوسين •

هذا الحادث وغيره مسجل تسجيلا دقيقا على شكل تغيرات فى المجتمع الشعابى مثلا ، على الرغم من نمو شعاب جديدة بسبب هجرة بعض الأحياء الجديدة من التى تبنى الشعاب مثل احياء أعماق الأطلنطى خلال زمن الحياة الوسطى ، فان مجتمع الشعاب ظل عالميا حتى نهاية العصر الكريتاسى • وفى منتصف الميوسين انقسم المجتمع المدارى العالمى الى اقليمين جغرافيين حيويين ، مجتمع الهند هادى فى العالم القديم مجتمع الأطلنطى فى العالم الجديد •

أما فى العالم القديم ، فان المناخ الذى أصبح غير ملائم يوما بعد يوم قد ازال المجتمع الشعابى من المياه الأوروبية • وقد وصلت استراليا فى عصر الميوسين الى وضعها المدارى الحالى . وفى هذا الوقت بدأت بناة الشعاب فى انشاء مستعمرات فى مياه الحاجز المرجانى الاسترالى الضحلة • وتنوعت الى أقصى حد ممكن وانتقلت

المنطقة الرئيسية للاقليم الهندى الهادى الى استراليا . حيث تبلغ الفروق الحرارية بين الفصـول ادناها ٠

ومياه المحيط الهادى الشرقية العميقة مثل اعماق الاطلنطى كونت حاجزا منيعا امام هجرة الأحياء الشعابية من الاقليم الهند هادى الى المياه المدارية المضيفة لها على طول الساحل الغربى للامريكتين ولا سيما حول بناما ٠ وكان هذا الجيب الساحلى الهادى حتى عصر الميوسين مرتبطا بالبحر الكاريبى مركز الاقليم الاطلنطى ٠ واستمر هذا الاتصال بين الاقليم الاطلنطى والمحيط الهادى حتى انفصلا تماما خــلال عصر البلايوسين ، بارتفاع اليابس فى برزخ بناما ٠

وشهد البلايوسين تقلصا آخر فى الاقليم المدارى ٠ فتقهقر مجتمع بناء الشعاب بالتدريخ حتى وصل الى حدوده الحالية ، أى جنوبى خط عرض ٣٥° ش ، وشـمالى خط عرض ٣٢° جنوبا على وجه العموم ٠ وبدلا من أن يلعب دور المشع لاحياء جديدة، فانه اصبح ملجئا ٠ وامتاز العصر الذى تلا ذلك وهو عصر البلايستوسين بذبذبات واسعة فى مستوى سطح البحر ، وتغيرات عنيفة فى المناخ مصحوبا بتقدم الجليد وتقهقره عدة مرات ٠ ومن الغريب أن مجتمع الشعاب لم يتاثر كثيرا بهذه التغيرات المناخية والسبب فى هذا ، قد يبدو متناقضا ، هو عدم تاثر البحار العميقة أو المياه السطحية فى الاقليم المدارى لتغيرات فى درجة الحرارة خلال عصر البلايستوسين ٠

هل تخبىء الأيام انهيارا خامسا لأكثر النظم الحيوية تعقدا فى العـــالم ؟ من الخطأ أن نقول نعم أو لا ٠ الا انه اذا كان الماضى مقدمة للحاضر ، فالأجابة واضـحة٠ والسؤال هو : هل يمكن لمجتمع الشعاب أن يعمر باية حال ؟ ان الدرس الهام الـذى نتعلمه من الجيولوجيا فيما يختص بهذا المجتمع هو انه صلب رغم تكيفه الضيق لظروف معينة ٠ ففى نهاية كل عصر من عصور انهياره ، كان مجتمع الشعاب يبدأ دورا جديدا من التوسع النشط ٠ واكثر من هذا ففى كل مرة ينهض فيها هذا المجتمع بدون استثناء يظهر أعضاء جدد بين صنوفه ٠

والنتيجة لا مفر منها ، فحتى فى خلال اكثر الاوقات شدة على مجتمع الشعاب ، فان بحار العالم المدارية كانت تقدم المأوى لها ٠ وفى هذه الأماكن الآمنة كانت كثير من أحياء الشعاب تكيف نفسها وتعيش وتعمر ٠ بينما كانت بعضها تعبر البرزخ الـذى كان يعمرها من أن تنضم الى هذا المجتمع ٠ واليوم هناك ملجئان لهذه المجتمعات ، هما اقليم الأطلنطي والاقليم الهندهادي ٠

وطالما لم يحطم التبريد العام الذى بدأ منذ العصر الكريتاسى هذه المجتمعـــات تماما ، ولم يقض على ملاجئها المدارية ، فهناك نتيجة هامة هى : أى انهيار لمجتمـــع الشعاب الحالى سيتبعه صحوة جديدة ٠ اذ ليس من السهل أن تنمحى أقدم النظـــم الاحيائية فى العالم ٠

١٣ ـ نهضة الدناصر

روبرت بكار

ابريل ١٩٧٥

لم تكن الدناصر زواحف قديمة ، بل كانت
مجموعة من الحيوانات ذات الدم الدافىء ·
والطيور هى خلفاؤها ·

الديناصور ، بالنسبة لمعظم الناس رمز الانقراض ، هو الشكل المثالى لحيوان اصبح غير مكيف للبيئة المتغيرة بدرجة جعلته ينقرض غير تارك وراءه سوى حفرياته، ولا خلف له · وللدناصر صورة سيئة فى أعين العامة ، حيوانات مخيفة تدب فى الأرض على غير هدى · وتظهر فى الرسوم الهزلية السياسية ممثلة للمحافظين الجهلة تخوض فى مياه المستنقعات الموحلة نحو حتفها الذى لا مفر منه · ولم يهتم معظم علماء الأحياء القديمة كثيرا بالدناصر · حقا كانت هذه المخلوقات شيئا جديدا فى سلم التطور ، ولكن يبدو انها لم تكن تستحق كثيرا من الاهتمام ، لأنها لم تؤد ـ كما يبدو ـ الى أى مكان: فليس من بين مجموعات الفقاريات ما هو خلف لها ·

الا ان البحث الحديث يعيد كتابة ملف الدناصر · ويبدو انها كانت مخلوقات اكثر اهمية مما كنا نعتقد ، واكثر تكيفا لبيئات متنوعة ، واكثر دقة فى بنائها من حيث توليد الطاقة الحيوية اللازمة لها · وساحاول فى هذا المقال ان اقدم بعض القرائن التى ادت بنا الى اعادة تقييم دور الدناصر فى سلم التطور الحيوانى · وتدل هذه القرائن على ان الدناصر لم تندثر تماما بعد ، فهناك مجموعة أخـــرى منها لا تزال تعيش · نسميها الطيور ·

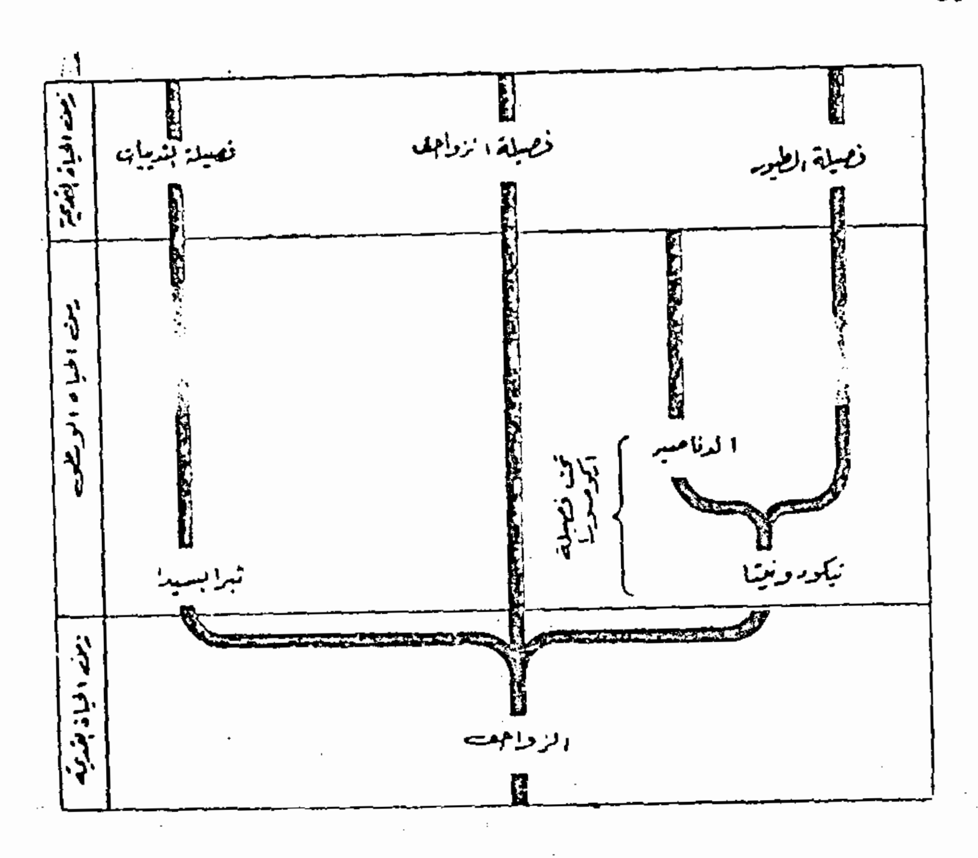
الدم الحار والدم البارد

تصور الدناصر عادة على أنها حيوانات من ذوات الدم البارد ، فسيولوجيتها تشبه فسيولوجية السحالى والتماسيح · وتبين النظم الحيوية الحديثة بكل وضوح أنه فى الحيوانات الضخمة ، ذوات الدم البارد أدنى فى المنافسة من ذوات الدم الحـــار ، وهو النظام المولد للطاقة الحيوية فى الطيور والثـــدييات · والزواحف الصـــغيرة والبرمائية شائعة ومتنوعة وخصوصا فى المناطق المدارية · ولكن ، فى جميع البيئات تقريبا ، كل الفقاريات الأرضية التى يبلغ وزنها وهى بالغة ١٠ كيلو جرامات أو أكثر، طيور أو ثدييات دفيئة الدم فلماذا ؟ ·

ان تعـــريف الـــدم البـــارد تعـــريف خـــاطىء : ففى يوم مشـــمس قـــد تفوق درجة حرارة جسم السحلية حرارة جسم الانسان · أما الفرق الجوهرى بين باردة الدم ودفيئة الدم هو معدل توليد حرارة الجسم وثبات درجة حرارة الجسم على المدى الطويل وانتاج الحرارة اللازمة لتمثل الغـــذاء عند الزواحف منخفضة جدا ، بدرجة لا تؤثر فى حرارة الجسم فى معظم المواقف · ولابد وأن تستعمل زواحف اليوم مصدر حرارة خارجى لدفع درجة حرارة جسمها فوق درجة حرارة الهواء · وهذا هو قعودها فى الشمس أو فوق الصخر الدفىء · ولكن ما ان تصل السحالى الكبيرة أو التماسيح الضخمة أو السلاحف الكبيرة فى مناخ دفىء الى درجة حرارة عالية فى جسمها ، فانها تستطيع أن تحافظ عليها عدة أيام · لأن ضخامة الجسم يعطل فقـــد الحرارة · ولكنها لا تزال معرضة لاستنزاف حرارتها فجأة اذا تلبد الجو فجأة بالغيوم أو أثناء الليالى الباردة أو بعد عاصفة ممطرة ، ولذلك فهى لا تستطيع ان تنافس الطيور أو الثدييات فى توليد الحرارة ·

وسبب دفء الدم لدى الطيـــور والثدييات هـــو ارتفاع درجة تمثـــل الطعام basal metabolism . فمعدل النشاط الكيمائى المولد للحرارة فى كل خلية يبلغ فى الحيوانات دفيئة الدم اربعة أمثاله فى الحيوانات باردة الدم ·· بالنسبة لنفس

الوزن ونفس درجة حرارة الجسم • ويمكن توليد حرارة اضافية عند الحاجة ، بالارتعاد وأشكال أخرى من اشكال توليد الحرارة • وفيما عدا بعض ذوات الدم الدفىء الضخمة المدارية (مثل الفيلة والنعام) فالطيور والثدييات أيضا لها طبقة من الشعر او الريش تقلل من معدل فقد الحرارة • وهكذا استطاعت الحيوانات دفيئة الدم بوسائل توليد الحرارة وحفظها التى لديها أن تحتفظ بمعدل ثابت من الحرارة لأجسامها ، وهذا تكيف قوى ، لأن معدل انتاجية العمل الذى تقوم به العضلات والقلب والرئتان أعلى فى درجة الحرارة المرتفعة منه فى درجة الحرارة المنخفضة ، ومن الممكن أيضا ضبط حرارة الجسم الداخلية وهى الحرارة اللازمة للعمليات الكيمائية الحيوية حتى مدى حرارى ضيق •



اصل الزواحف

شكل مبسط لتصنيف الفقاريات البرية (فيما عدا البرمائيات) • كل الرتب منحدرة من أصل واحد هو أصل الزواحف • وكانت الطيور تعتبر منحدرة من الثيكودونتيا ، وليس من الدناصر • وكان يعتقد أن اكتساب الريش والشعر جاء بالتدريج كنمو متاخر في الثدييات والطيور ويقترح المؤلف تصنيفا آخر

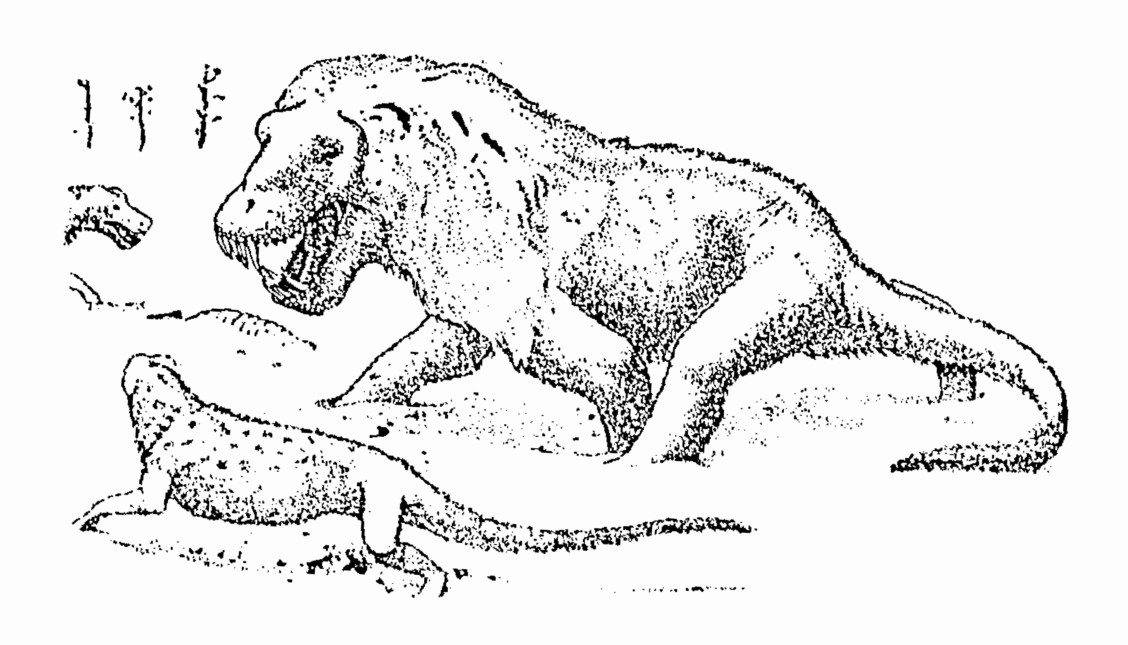
الا ان هذا التكيف يتقاضى ثمنا كبيرا من الطاقة الحيوية . فميزانية الطاقة فى السنة لمجموعة من الطيور او الثدييات دفيئة الدم تبلغ قدر نفس الميزانية لمجموعة باردة الدم من نفس الحجم والوزن من عشر الى ثلاثين مرة . وقد كانت الثدييات والطيور هى الفقاريات الكبيرة ومتوسطة الحجم السائدة فى الأرض . فى جميع بيئاتها تقريبا ، خلال ٦٠ مليون سنة .

وأمام فوائد الدم الدفيء ، يبدو نجاح الدناصر فى الحياة أمرا مذهلا . فأول الفقاريات الأرضية ، خلال العصر الكربونى وأوائل البرمى ، كانت تتكون من الزواحف والبرمائيات ، وهذه تعتبر عادة من صاحبات الدم البارد البدائية . وحل محل أول أسرة باردة الدم زواحف شبيهة بالثدييات تسمى ثيرابسيد Therapsid ، وهذه فى النهاية تطورت وخلفت أول ثديى حقيقى عاش فى العصر التالى ، الترياسى ، أى فى نفس الوقت تقريبا الذى نشأت فيه الدناصر . وقد كنا ننتظر أن تخلف الثدييات الدناصر بعدها مباشرة ، ولكن هذا لم يحدث . فقد ظلت الثدييات منذ بدء ظهورها فى العصر الترياسى حتى نهاية الكريتاسى أى على طول ١٤٠ مليون سنة صغيرة الحجم ضئيلة العدد ، بينما احتكرت الدناصر كل أدوار الحيوانات البرية العاشبية واللاحمة . ولم تبدأ الثدييات فى التشعع وظهور أنواع كبيرة منها الا بعد أن اندثرت الدناصر تماما فى نهاية العصر الكريتاسى . ومن ثم فاننا مضطرون الى أن نستنتج من هذا أن الدناصر كانت أرقى من حيث المنافسة من الثدييات بوصفها فقاريات أرضية كبيرة . وهذا شيء محير اذا كانت الدناصر باردة الدم . أو انها ربما لم تكن كذلك .

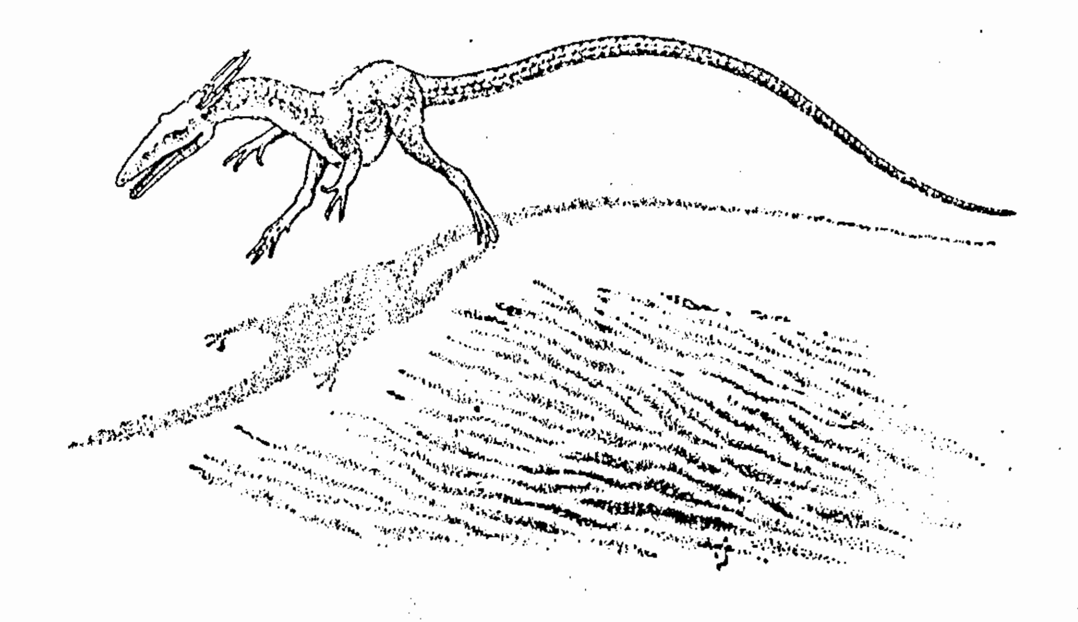
قياس التمثل الحفرى

لكى نعيد النظر فى آرائنا التقليدية عن فقاريات العصر البرمى وزمن الحياة الوسطى ، نحتاج لبيانات عن الطاقة الحيوية للدناصر ، والزواحف الشبيهة بالثدييات والثدييات الأولى . كيف نقيس التمثل الغذائى لحفرية حيوان ؟ والغريب أن البحث الحديث أمدنا بثلاث طرق مستقلة لاستخلاص معلومات كمية للتمثل من السجل الحفرى . الأولى هى هستولوجيا العظام . فالعظام أنسجة نشطة تساهم فى تكوين خلايا الدم وتساهم فى حفظ التوازن الفوسفاتى الكلسى . الضرورى لقيام العضلات والأعصاب بدورها ووظيفتها . ومعدل تدفق الطاقة فى ذوات الدم البارد لا يلقى عبئا كبيرا على عمل العظم فى تكوين الدم أو على عظام الفوسفات والكلسيوم ، ومن ثم فان عظمة الزواحف الحالية لها صفة « النشاط المنخفض » : أى كثافة منخفضة فى الأوعية الدموية وقنوات هافرسية قليلة . وهذه القنوات هى التى يتم فيها تبادل الفوسفات والكلسيوم . وأكثر من ذلك فهى فى الفصول المتناقضة المختلفة . حيث الجفاف أو برد الشتاء يجبرها على النوم (البيات) تبدو فى طبقات عظامها الخارجية

حلقات تشبه حلقات الاشجار فى نفس البيئات اما عظام الحيوانات والطيور دفيئة الدم فتختلف عن هذا كل الاختلاف ، فهى لا تبدو فيها تقريبا حلقات نمو ، حتى فى اشد انواع المناخ قسوة ، وهى غنية بالأوعية الدموية والقنوات الهافرسية ٠ والتحفر يحفظ بأمانة تركيب العظام ، حتى فى عينات يصل عمرها الى ٣٠٠ مليون سنة ، ومن ثم فهو يمدنا بنافذة تطل منها على فسيولوجية الحيوان البائدة ٠



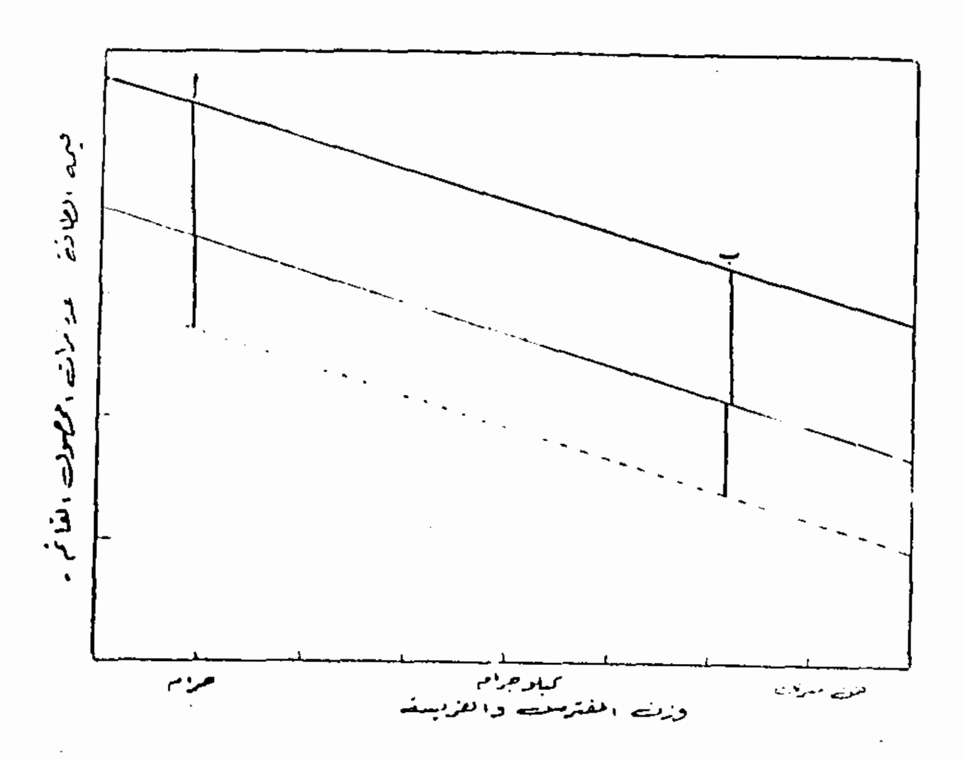
الثيرابسيدات (اشباه الثدييات) المشمرة ٠ من عصر البرمى المتأخر ، منذ ٢٥٠ مليون سنة ٠ تجابه بعضها بعضا فى جنوبى جندوانالاند المغطاة بالجليد ٠ فى موقع يوجد الآن فى جنوب افريقيا ٠ ويرى الانتيوصوروس الى اليمين وكان يزن حوالى ٦٠٠ كيلو جراما ، وكانت له سلسلة عظمية بارزة فى ظهره ، وكانت له عظمة فوق الخيشوم لينطح بها ٠ أما الحيوان الى اليسار فكان يسمى برستروخباثيد ويزيد ٥٠ كيلو جراما ٠ وهو يمثل مجموعة تتبع السلف المباشر للثدييات ٠ قام المؤلف باعادة شكل الحيوانات من الحفريات ومن معرفته انها كانت مغطاة بشعر ٠ وهى تعتبر دفيئة الدم والحيوانات التى تتكيف مع البرد لا بد وان يكون لها شعر ٠ وهذا اساس تصنيف المؤلف لهذه الحيوانات



الدناصر المريشة : سينتورصوس يطارد سحلية منزلقة فوق الكثبان الرملية لروديسيا فى أوائل العصر الجوراسى ، منذ ١٨٠ مليون سنة ٠ هذا الديناصور الصغير (٣٠ كيلو جراما) جمعها ميخائيل راث لمتحف الملكة فكتوريا فى روديسيا ٠ ويرى المؤلف من دراسة تشريحية أنها كانت مغطاة بالريش ، لأن الأنواع الصغيرة كانت تحتاج لحماية جسمها من الحرارة صيفا وشتاء ٠

أما الوسيلة التحليلية الثانية التى يستخدمها علماء الأحياء القديمة ٠٠ فهى نطاقات العرض ٠ فالكتل القارية الحالية كانت تطفو فوق سطح الأرض فوق طوافات صخرية ، تتصادم أحيانا ، فتدفع طيات الجبال ، وأحيانا تتجاذب على طول خطوط كما حدث فى وسط الأطلنطى وشرقى أفريقيا ٠ والمعلومات المغناطيسية القدمة Palaeomagnetic تمكننا من أن نعيد مواقع القارات كما كانت فى العصور الجيولوجية القديمة حتى خمس درجات عرضية ٠ كما أن الرواسب تعتبر مؤشرات صادقة تدل على تدرج درجات الحرارة بين العروض المختلفة ، اذ أنها تحمل آثار جليدية مثلا أو رواسب ملحية ٠ فاذا عرفنا خط العرض والتدرج الحرارى فاننا نستطيع أن نحدد النطاقات المناخية أو الحرارية ، وهذه النطاقات هى الحد الفاصل بين ذوات الدم البارد وذوات الدم الدفىء ٠ فالزواحف الكبيرة بفسيولوجية السحالى لا تستطيع أن تتحمل برد الشتاء ، لأنها لا تستطيع أن تولد حرارة كافية لجسمها خلال أشهر الشتاء وأيامه القصيرة ، وهي من الضخامة بحيث لا تستطيع أن تجد مأوى لها

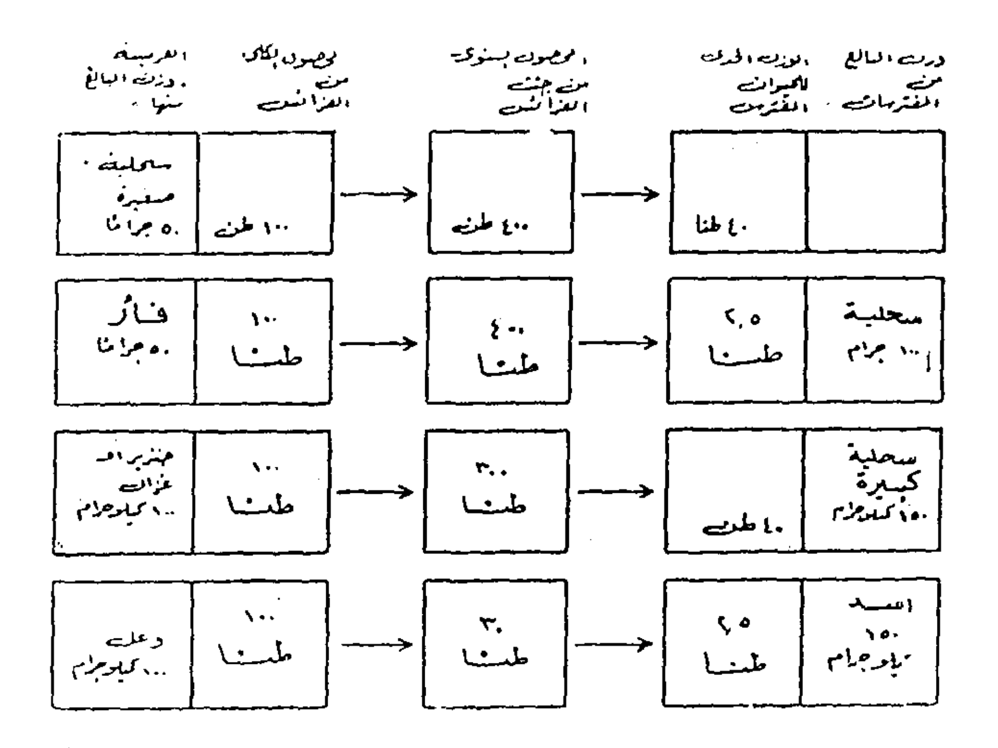
اثناء البيات الشتوى · وهذا هو السبب فى اننا نجد الآن سحالى صغيرة شمالا حتى البرتا ، حيث تبيت شتاء فى جحور تحت الأرض ، ولكن التماسيح والسحالى الكبيرة لا تستطيع أن تتعدى شواطىء خليج المكسيك شمالا ·



النسبة بين المفترسات والفريسة تظل ثابتة تقريبا ، بغض النظر عن حجم الحيوان فالميزانية السنوية للطاقة او كمية اللحم المطلوبة فى السنة لكل كيلو جرام من المفترس يقل بزيادة وزن ذوات الدم الدفىء (المبين باللون) ولذوات الدم البارد (الخط الاسود) فقيمة الفرائس من حيث الوزن بالكيلو جرام تقل مع ازدياد حجم الفرائس المطلوبة لتمد وحدة من المفترسات بالمحصول القائم : وهى اكبر بالنسبة لذوات الدم الدفىء منها بالنسبة لذوات الدم البارد (الرمادى) سواء كانت لسحلاة (أ) أو لأسد (ب)

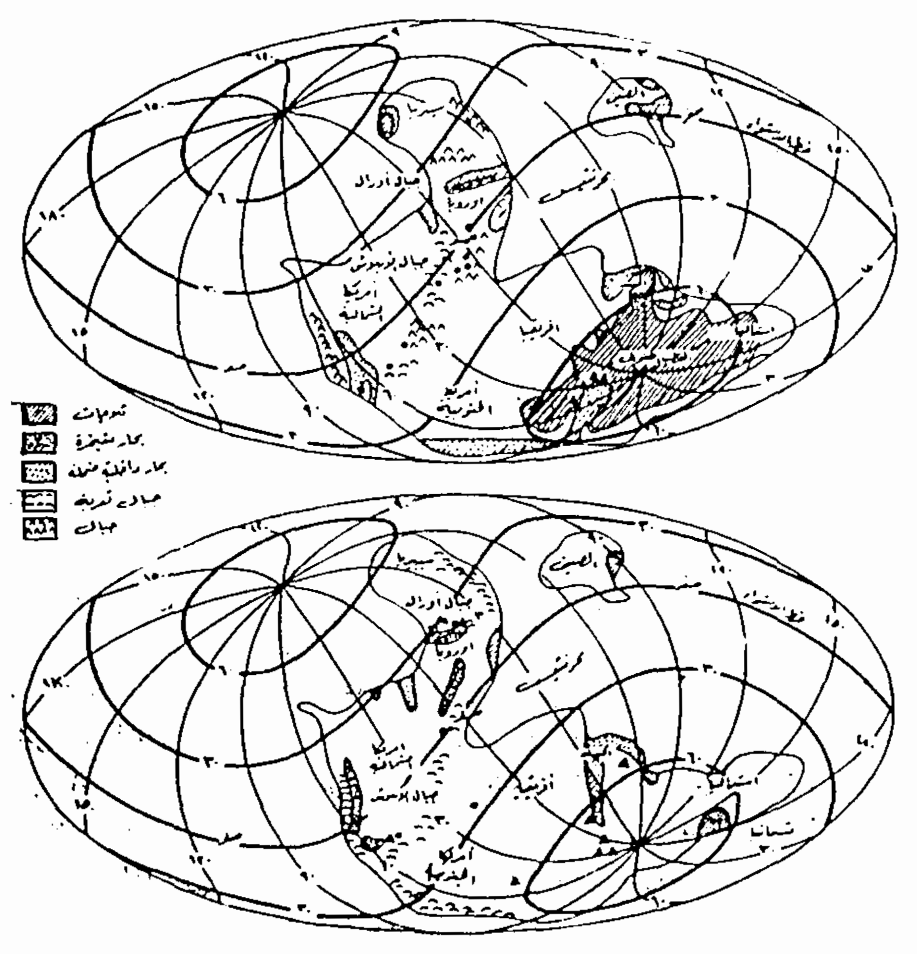
والمقياس الثالث لتوليد الحرارة فى الفقاريات البائدة هو نسبة الحيوان المفترس لفريسته · وهذه النسبة ثابتة عادة · وهى احدى خواص الحيوان المفترس وتمثله للطعام · بغض النظر عن حجم جسم المفترس او فريسته · فميزانية الطاقة لدى مجموعة حيوانات دفيئة الدم فى مجموعها اكبر من ميزانية الطاقة لدى مجموعة حيوانات باردة الدم ، من نفس الحجم والوزن · ولكن الانتاجية ـ اى محصول

الفرائس المتاحة للمفترسة ـ واحدة • ففى مجموعة ثابتة من الحيوانات ، مجموع ما تكسبه هذه المجموعة فى الوزن والطاقة وقيمته فى النمو والتكاثر يعادل وزن جثث الفرائس من الحيوانات وقيمة الطاقة التى تحد بها الحيوان المفترس خلال العام • وخسارة الكتل الحيوية بالموت يعادلها ما تضيفه بالتكاثر • وكمية الطاقة المولدة من جثث مجموعة ثابتة من السحالى لمفترسيها تعادل ما تقدمه فرائس من الطيور أو



انسياب الطاقة ـ العلاقة بين المفترس والفريسة ببيئة موزعة على أوزان مختلفة • المحصول القائم هو الكتلة الحيوية للسكان (أو الطاقة الكامنة الموجودة فى الانسجة) موزعة على السنة • فالفريسة من ذوات الدم الدفىء (اللون الرمادى) تنتج كمية من اللحم (ب) بالنسبة للوحدة القائمة (ج) بوصلها دفيئة الدم (ملونة) • والحيوانات دفيئة الدم المفترسة تحتاج كمية اكبر من اللحم (ب) للوحدة القائمة (ج) • واقصى نســبة بين المفترس والفريسة (جـ : أ) هى هى فى النهاية أكبر فى نظام الدم الدفىء منها فى نظام الدم البارد •

الثدييات ، من نفس العدد والحجم • وعلى ذلك فمجموعة معينة من الفرائس ، سـواء كانت باردة الدم أو دفيئة الدم يمكن ان تغذى كتلة حيوية أكبر من المفترسات باردة الدم



هاتان خريطتان للعالم كما كان فى العصر البرمى (على مسقط مولفيدى المنحرف ليقلل ما امكن الخطأ فى المساحات) على أساس الحفريات وغيرها من العوامل الجيوفيزيقية · وكانت كل الكتل القارية فيما عـدا الصين مندمجة فى قارة وحيدة عملاقة ، هى بنجايا · وفى أوائل العصر البرمى كانت الثلاجات قد وصلت الى أقصى امتداد لها فى جندوانا (الخريطة العليا) ·· وكانت تغطى مساحات كبيرة منها · وكانت الدناصر الضخمة والزواحف والبرمائيات منحصرة فى الأقاليم المدارية · وكانت باردة الدم ونسبة المفترس للفرائس لديهـا مرتفعـة · وكان الزاحف الوحيد فى جندوانالاند الباردة هو الميصوروص الصغير ، الذى كان يقضى فترة الشتاء فى الطين · أما فى أواخر البرمى (الخريطة السـفلى) فكان الجليد اقل انتشارا ولكن الفروق الحرارية بين درجات العرض كانت لا تزال كبيرة · وكانت الزواحف الكبيرة ذوات الدم البارد منحصرة فى المناطق الحارة · أما الآن (أواخر البرمى) فان عددا من فصائل اشباه الثدييات من الثيرابسيدات كانت دفيئة الدم ونسبة فرائسها للمفترسة اقل وكانت تسكن جنوبى جندوانا · ولابد وانها اكتسبت وسائل لتوليد الحرارة وحفظها

مما لو قدمت فرائس لمفترسات دفيئة الدم ، وذلك بسبب حاجة المفترسات دفيئة الدم للطاقة أكبر من حاجة المفترسات باردة الدم · وفى كلتا الحالتين تقل قيمة طاقة الجثث بازدياد حجم ووزن الفرائس · فقطيع حمار الوحش يقدم من ربع الى ثلث وزنه كل عام طعاما للحيوان المفترس · ولكن قطيع من الجرذان يستطيع أن يقدم ستة أمثال وزنها كل عام بسبب تكاثرها الشديد السريع ، أى أن التمثل بالنسبة للجرذان فى حياتها القصيرة مرتفع بالقياس الى وزنها ·

فميزانية الطاقة للوحدة الواحدة من الحيوان المفترس تقل بزيادة وزنها · فالأسد مثلا يحتاج قدر وزنه بما يزيد عن عشر مرات من اللحم فى العام بينما العلس الشجرى Shrew يحتاج قدر وزنه نحو ١٠٠ مرة · وهاذان العاملان يلغى أحدهما الآخر · فاذا كان حجم المفترس يساوى تقريبا حجم الفريسة (وفى النظم الحيوية الأرضية هذا صحيح) فان أعلى معدل للفترس بالنسبة للفريسة ، فى مجتمع ثابت ، شىء ثابت بغض النظر عن حجم الحيوان البالغ فى نظام الفريسة والمفترس · فمثلا العناكب باردة الدم ، ومعدل مجموعة من العناكب بالنسبة لمفترساتها يصل الى ٤٠٪ والسحالى الجبلية بومر تزن ١٠٠ جراما ، وهى تتغذى على سحالى أخرى ، وتصل الى نفس النسبة · وكذلك السحالى العملاقة (التى تزن ١٥٠ كيلو جراما) وتتغذى على الغزلان والخنازير والنسانيس · اما ذوات الدم الدفىء من الثدييات والطيور فاقصى نسبة تصلها بين المفترس والفريسة هى ١ الى ٣٪ ، سواء كانت عرسة أو جرذا أو أسدا أو حمارا وحشيا · (أنظر الرسم) ·

وتوجد فى بعض الرواسب حفريات لآلاف من الأفراد كانت تكون مجتمعا واحدا، ويمكن حساب وزنها من هياكلها الحفرية . كما أنه من السهل الوصول الى الكتلة الحيوية والنسبة التى كانت عليها بين المفترس والفريسة · وهذه النسبة أداة هامة للفسيولوجيا القديمة ، لأنها النتيجة المباشرة للتمثل الغذائى بين المفترس والفريسة ·

عصر الدم البارد

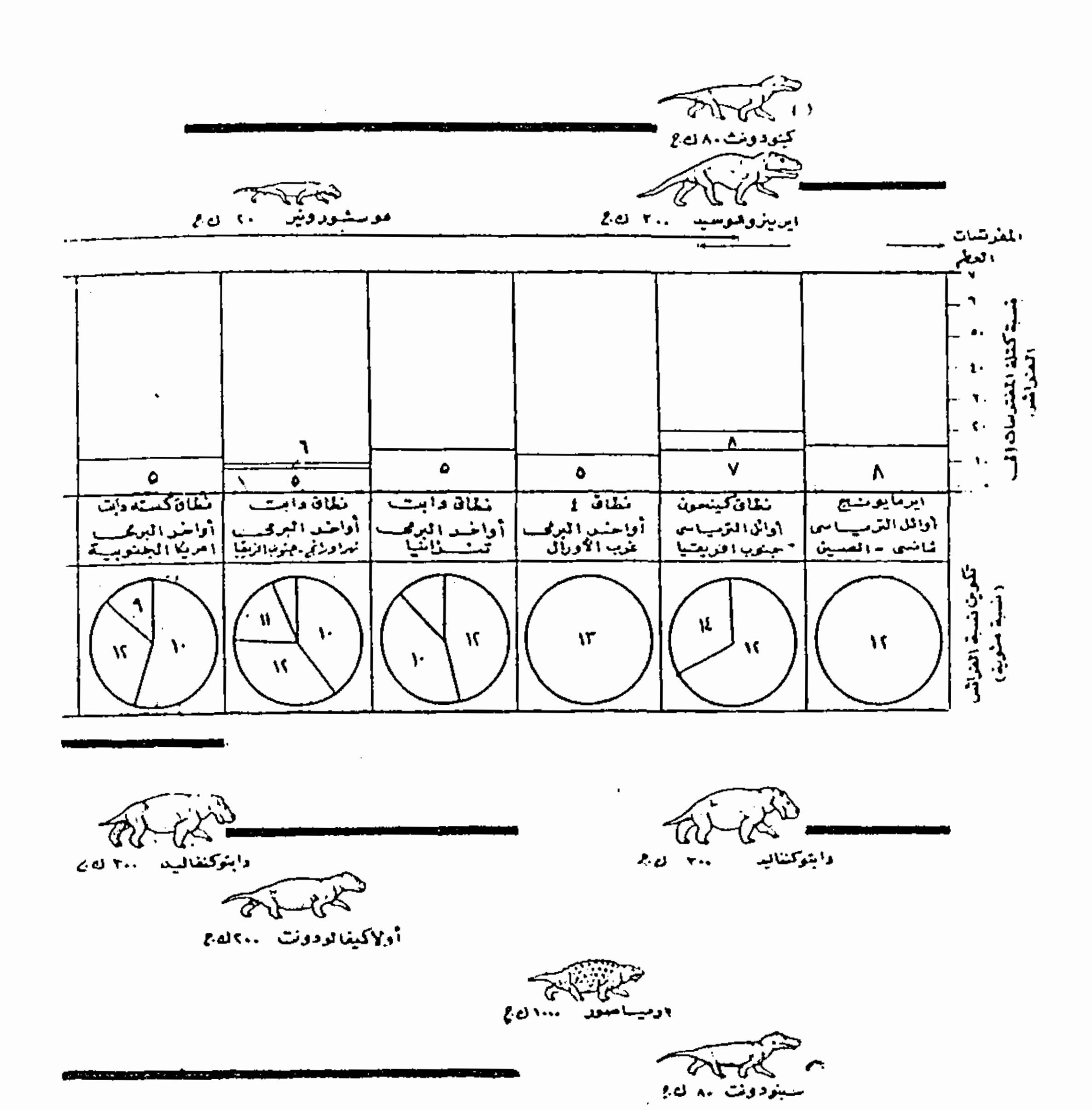
يمكن اختبار الطريقة الحفرية البيولوجية فى توليد الطاقة التى شرحتها من قبل لتحليل أول نظام أرضى للعلاقة بين المفترس والفريسة ، وذلك بين مجتمعات العصر البرمى المتقدم ، من الزواحف والبرمائيات البدائية · وكان أول مفترس قادر على قتل صيد كبير هو البليكوصور pelycosaurs المزعنف من عائلة سفيناكودونتيدا وكان يمثله أحسن تمثيل حيوان ويميترودون المشهور بزعنفته العالية فوق ظهره · ورغم أن هذه العائلة تشمل السلف المباشر للزواحف الشبيهة بالثدييات ومن ثم بالثدييات ، فان السفيناكودونتيدات نفسها كانت ذات مستوى بدائى جدا فى نظام الجسم ، تشريح أطرافها

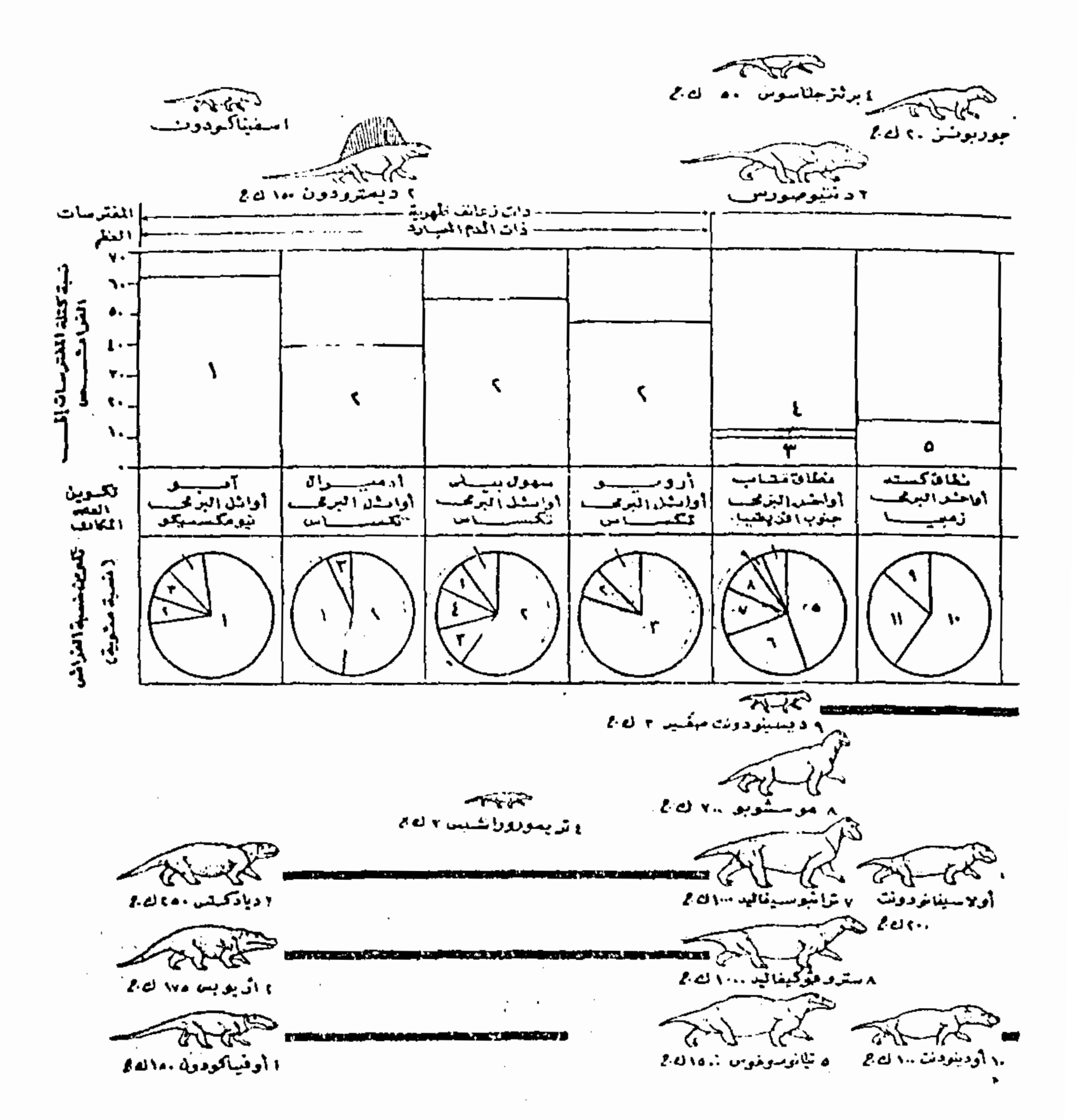
اقل تطورا من اطراف السحالي الحالية · وكانت هستولوجيا عظامها بكل تاكيد باردة الدم · كثافة دمها منخفضة وذات قنوات هافرسية قليلة ، وتنمو فيها حلقات واضحة ، ظهرت فى كل عينات عثر عليها من حفرياتها وتدل هذه الحلقات على مرور فصول جافة ·

وقد ننتظر أن هذه الحيوانات المزعنفة وفرائسها كانت تعيش فى بيئات دفيئة وتقتصر على نطاقات المناخ الدفيئة ، الا أن جغرافية العصر البرمى تقدم لنا فرصة ممتازة لمناقشة هذا الفرض · ففى خلال الجزء الأول من هذا العصر عظمت العمائم الثلجية الأطراف الجنوبية للكتل القارية ، وكلها كانت مندمجة فى قارة عملاقة واحدة هى جندوانالاند · وقد وجد الجيولوجيون الروس رواسب جليدية فى أطراف هذه القارة الشمالية القصوى ، فى سيبيريا وكان خط الاستواء البرمى يخترق ما يكون الآن الجنوب الغربى الأمريكى ، والمقاطعات البحرية الكندية · وفى هذه الأجزاء وجدت رواسب من التى تتكون فى الانحاء شديدة الحرارة وطبقات سميكة من الأملاح المتبقية بعد البخر ، ومجرى جيرى مشوب بحمرة وشديد التاكسد· ولابد وأن التدرج فى درجات الحرارة بين خطوط العرض المختلفة فى العصر البرمى كان فى مثل حدته اليوم · وتعكس هذا التدرج نحو الشمال ثلاثة نطاقات نباتية ، نبات انجارا فى سيبيريا ويتكون من أشجار ذات حلقات نمو تدل على بيئة رطبة ذات مناخ رطب وشتاء بارد · والنبات الأوروبى الأمريكى وهو نطاق استوائى ويمتاز بتجمعين نباتيين تجمع المستنقعات الرطب بلا حلقات نمو فى الأشجار ، مما يدل على وجود فصل نمو مستمر دفىء ورطب ، وتجمع نصف جاف به تربة حمراء متبخرة وبها بعض حلقات النمو مما يدل على مناخ مدارى · وكان نبات Glossopteris هو السائد· وكان يمتاز بالأشجار فى البيئات الرطبة ، وبهذه الأشجار حلقات نمو حادة ·

وكانت ذوات الدم البارد المزعنفة تقتصر على نطاق جغرافى واحد · ولا تعرف المجتمعات المزعنفة الا من اماكن تقع بالقرب من خط الاستواء البرمى ، ولم توجد أى فقاريات أرضية برمية من أى نوع فى جندوانالاند الجليدية · (وجدت حفرية غريبة لزاحف صغير أكل للسمك اسمه ميزوصور Mesosaurus فى جنوبى جندوانالاند ، وتوجد فى عظامه حلقات نمو حادة · ولابد وأن هذا الحيوان كان يتغذى ويتكاثر أثناء فصل الصيف ثم يدفن نفسه فى قاع البحيرات الضحلة شتاء ، كما تفعل السلاحف الضخمة فى نيوانجلند الآن)

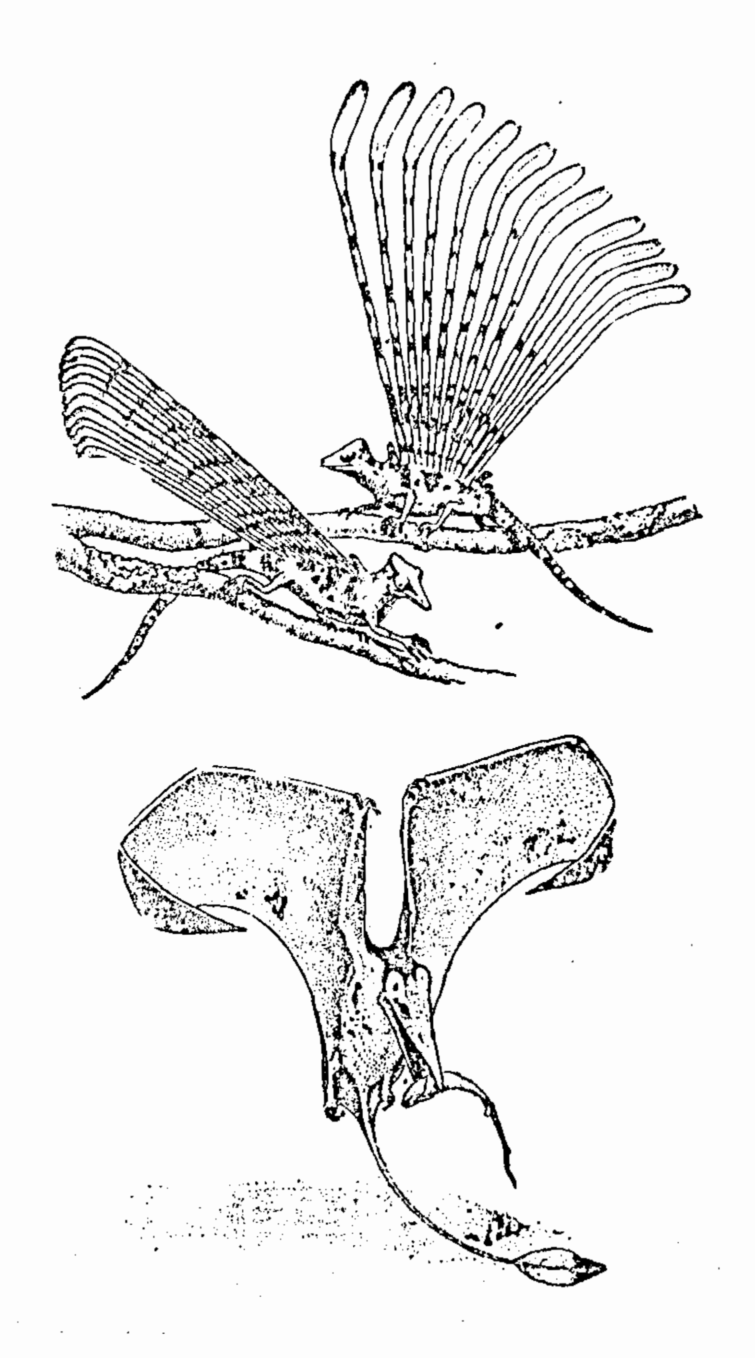
ولدينا أمثلة ممتازة لمجتمعات المزعنفات نستطيع أن ندرس فيها العلاقة بين المفترسات والفرائس ، والفضل فى ذلك يرجع الى العمل الذى أوقف عليه حياته


كينودونت ٨٠ ك.ج
ايريثروسيد ٢٠٠ ك.ج
المفترسات العظمى
نطاق كستة وابت
أواخر البرمي
امريكا الجنوبية
نطاق وابت
أواخر البرمي
تنزانيا
نطاق ٤
أواخر البرمي
غرب الأورال
نطاق كينمون
أوائل الترياسي
جنوب افريقيا
ايرمايونج
أوائل الترياسي
شانسي - الصين
وابتوكنفاليد ٢٠٠ ك.ج
وابتوكنفاليد ٢٠٠ ك.ج
أولاكيفالودونت ٢٠٠ ك.ج
سينودونت ٨٠ ك.ج

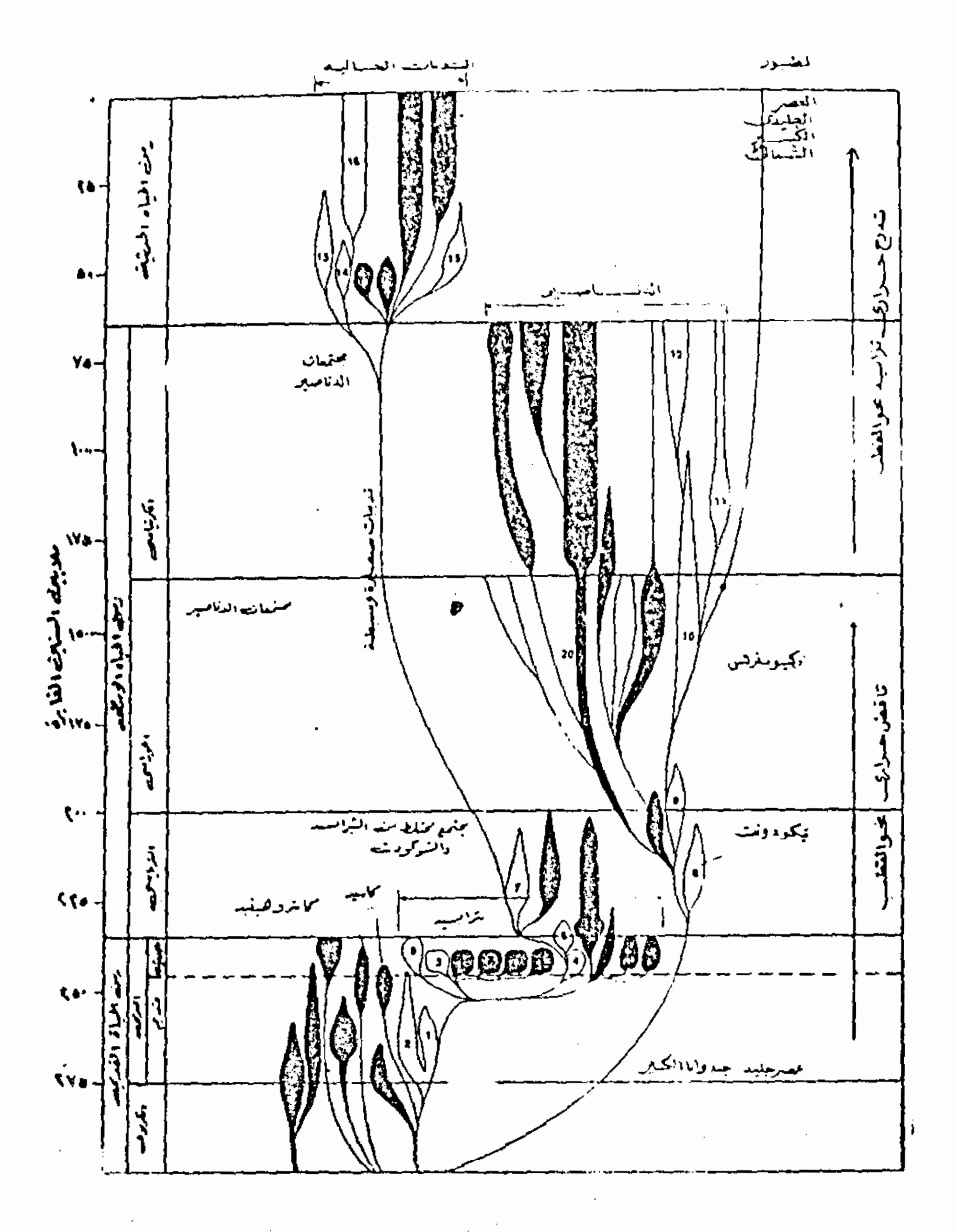


النسبة بين المفترسات والفـــرائس وتركيب الفرائس : مبينة فى هاتين الصـــفحتين لعـــدد من المجتمعات الحفـــرية • كل منها يمثـل عصرا معينا وبيئة معينة • المفترسات أعلا والفرائس أسفل الرسم • الشـــكل يبين كتلة المفترسات كنسبة مئوية من كتلة الفرائس •

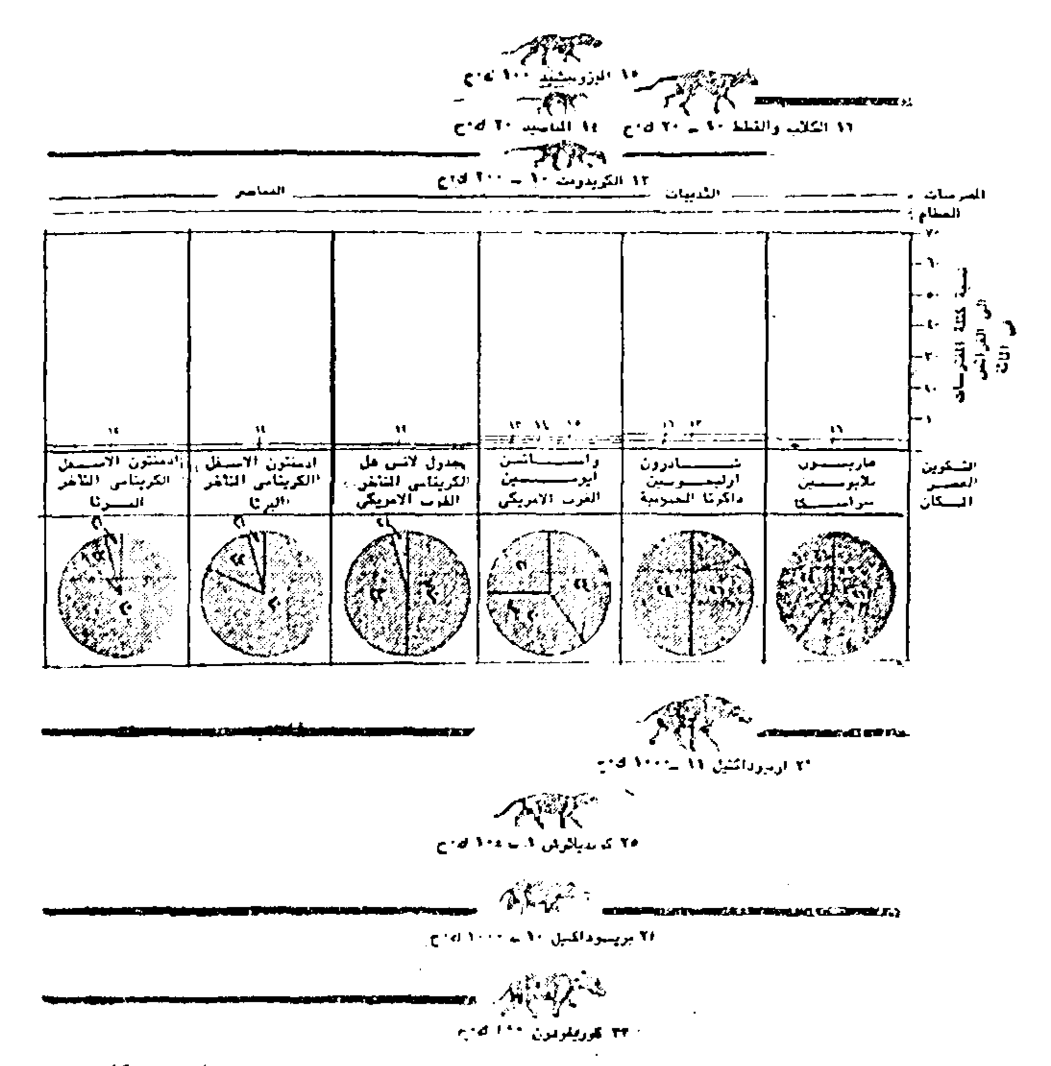
لاحظ هبوط النسبة هبوطا مفاجئا عند الانتقال من صاحبات الزعانف فى ظهورها الى التى لا زعانف لها ، أو الى شبيهات الثدييات التى ظهرت مع بدء ظهور أول صاحبات الدم الدفىء • ومع بدء غزو البرد للقارة جندوانا بواسطة اوائل الثيرابسيدات من جميع الأحجام



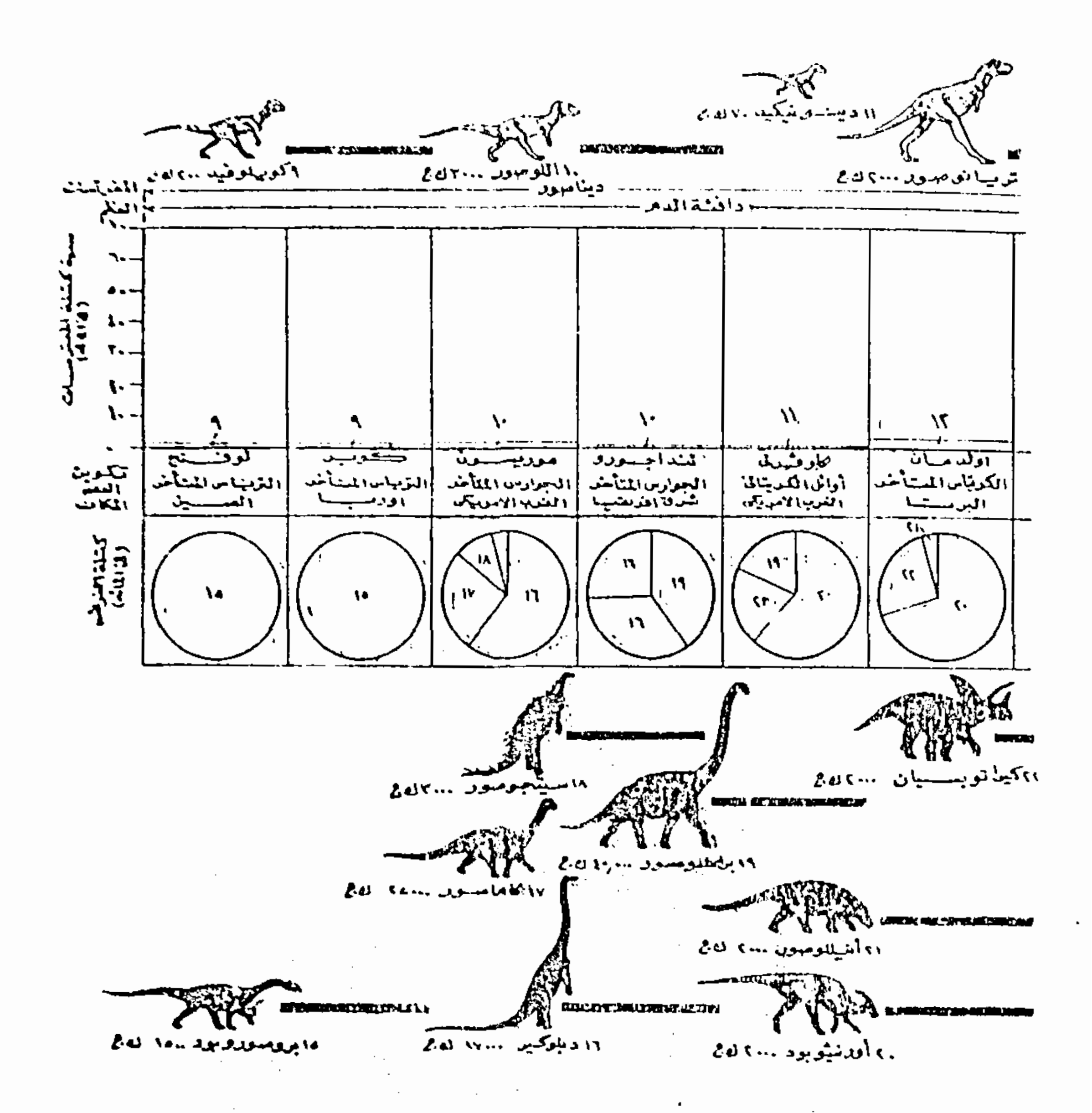
سورردوس بيلوسوس Sordus Pilosus ـ كان زاحفا طائرا وجـــده شاروف أيضا فى تركستان · وتبين احـــدى حفريات جيـــدة الحفظ أن الحيوان كان مغطى بريش كثيف يشبه الشـــعر ومن ثم سمى الشيطان المشعر · وكان دفىء الدم شـــديد العدوان



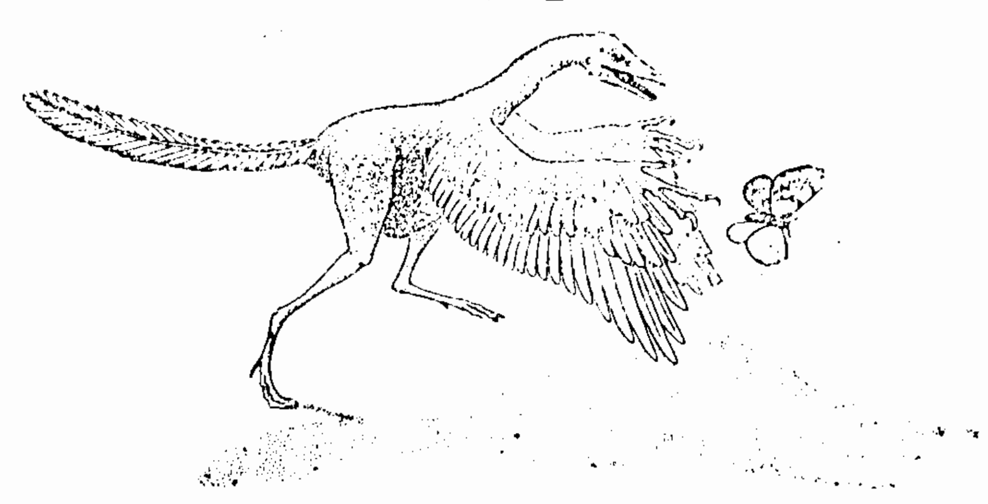
نظام الفرائس للفقاريات الأرضية وطرق التطور للمجموعات الرئيسية للحيوانات المفترسات (باللون الأحمر) والفرائس (اللون الرمادى) • مرقمة للاشارة الى الرسم السابق • الكتلة الحيوية كما يبينها الحفريات معبر عنها بمقدار سمك الخطوط •



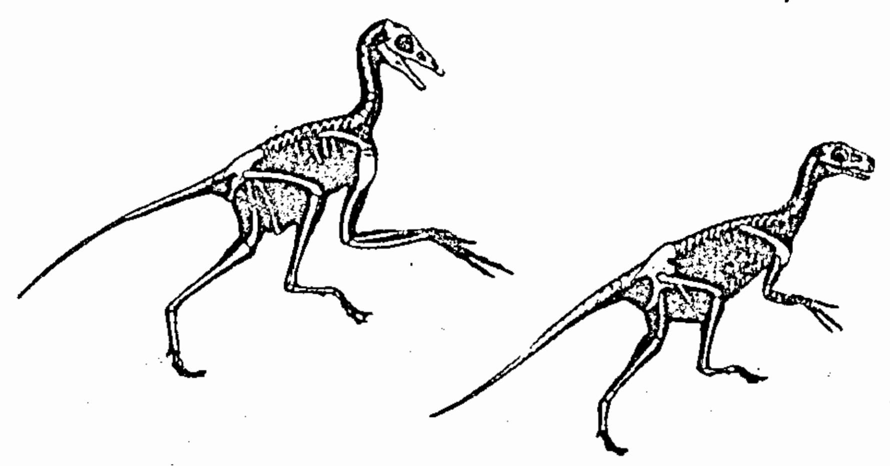
ادلة من الحفريات ـ تكملة لما فى الصـــفحتين الســـابقتين ـ ليست كل الحيوانات مرسومة على مقياس رسم واحد ٠ واضح منها شـــكل وحجم الأطراف لم تظهر ودناصر طويلة الأطراف الا فى وسط الترياس ٠ لاحظ انخفاض معدل نسبة المفترسات للفرائس فى الدناصر ـ فى مثل انخفاض نسبتها بين الثدييات فى زمن الحياة الحديثة



١١ دينونيكيد ٧٠ كغ
٩ كويلوفيد ٢٠ كغ
١٠ اللوصور ٢٠٠٠ كغ
ترياناصور ٢٠٠٠ كغ
دينامور
دافئة الدم
٩
٩
١٠
١٠
١١
١٢
لوفنج
الترياس المتأخر
الصين
كوبر
الترياس المتأخر
اوربا
موريسون
الجوارسي المتأخر
الغرب الامريكي
تنداجورو
الجوارسي المتأخر
شرق افريقيا
أوائل الكريتاسي
الغرب الامريكي
اولدمان
الكريتاس المتأخر
البرتا
١٥
١٥
١٨
١٧
١٦
١٦
١٩
١٦
١٩
٢٠
٢٠
٢١
٢٢
٢٠
١٨ ستيجوصور ٢٠٠٠ كغ
٢٢ كيراتوبسيان ٢٠٠٠ كغ
١٩ براكيوصور ٤٠,٠٠٠ كغ
١٧ كاماصور ٢٤٠٠٠ كغ
٢١ انكيلوصور ٢٠٠٠ كغ
١٥ بروصوروبود ١٥٠٠ كغ
١٦ ديبلوكير ١٦٠٠٠ كغ
٢٠ اورنيثوبود ٢٠٠٠ كغ



الاركيوبتريكس الذى يعتبر أول طائر ، ظهر فى أواخر العصر الجوراسى وتبين حفرياته الريش الذى كان يغطيه ٠ ورغم شكله الطائر الا انه كان قريبا من دناصر معينة ٠ ولم يكن يستطيع الطيران ٠ ووجود عازل حرارى فى الثيكودونت لونجسكواما ولاساردوس والاركيوبتريكس الذى كان منحدرا من ثيكورونت تدل على أن صفتى الدم الدفىء والعازل الحرارى للجسم قد اكتسبتا مبكرا ربما فى أوائل الترياسى ٠



أسلاف الاركيوبتريكس من الدناصر ـ وبالتالى أسلاف الطيور يظهر من التشريح الدقيق لهذه الحفريات الخاصة بالدناصور الصغير الذى ترى صورته الى اليميز Microvenaton و Deinonychus ، ويقول جون أوستروم من جامعة ييل أن هذا الترشيح يبين أنها حيوانات متطابقة التكوين وربما كانت أوزع الاركيوبتريكس الطويلة تستعمل للامساك بالفريسة وليس فى القتال

المرحوم الفريد شروود رومر من جامعة هارفارد · ولكى نصل الى نسبة المفترس الى الفرائس من مجموعة حفريات ، علينا أن نعد ببساطة عدد الأفراد ، والوزن الكلى للمفترسات والفرائس فى العينات التى عثرنا عليها معا فى الرواسب التى تمثل بيئة واحدة معينة · واذا كنا نعمل فى هياكل متناثرة وغير منتظمة التوزيع ، فمن الأفضل أن نعد فقط العظام ذات السمك الواحد ، ومن ثم ذات درجة الحفظ الواحدة ، فى كل من المفترسات والفرائس · فعظام العضد humerus وعظام الساق اختيار حسن بالنسبة للحيوانات المزعنفة · فهى ذات حجم متماثل بالنسبة للجسم فى كل من الصيد والصائد ومن الممكن أن تعطينا نسبة تمثل تمثيلا جيدا النسبة التى كانت موجـودة فى هذا المجتمع الحيوانى ·

وكانت أهم الفرائس فى أوائل العصر البرمى حيوان برمائى نصف بحـرى آكل للسمك والزواحف ، ولا سيما البرمائى مرتفع الرأس المسمى اريوبس Eryops وطويل الخيشوم اوفيكادون Ophicadon وكلما ازداد المناخ جفافا فى أوروبا وأمريكا قلت هذه الأنواع المرتبطة بالماء عددا ، وأصبح الزاحف الأرضى العاشب المسمى ديادكتس diadectes هو جنس الفرائس السائدة · وقد وجدت أن النسبة فى الحجم بين المفترسات والفرائس ، فى كل النطـــاقات المناخية وكل البيئات بين المجتمعات المزعنفة تتراوح بين ٣٥ و ٦٠٪ ، وهى نفس النســـبة التى تشاهد فى الحيوانات ذات الدم البارد الحالية ، من العناكب والسحالى ·

وتتفق المؤشرات التى تدرس اطـــلاق الطاقة الحيـــوية فى الحفريات على أن البليكوصور المزعنف وما عاصرته من حيوانات كانت ذات دم بارد ، توليدها للحرارة منخفض وذات فسيولوجيا تشبه فسيولوجيا السحالى التى تقصر توزيعها على الأقاليم المدارية ·

مجتمعات أشباه الثدييات (الترايسيد)

الزواحف الشبيهة بالثدييات ، (فصيلة تيرابسيدا) والمنحدرة من المزعنفات بدأت فى الظهور فى الفترة الانتقالية من أوائل العصر البرمى الى أواخره . ثم أصبحت بعد ذلك هى السائدة على عدد كبير من فصائل الفقاريات فى كل أنحاء العالم · وتبين الطرق الثلاث لقياس التمثل الغذائى لدى حفرياتها أنها كانت دفيئة الدم ·

وقد احتفظت الترابسيدات الأولى ببعض صفات المزعنفات ، ولكنهـــا اكتسبت تكيفا خاصا فى أطرافها ، جعلها تستطيع أن تسير قفزا ، وجعلها أسرع عدوا · ومنذ

اواخر العصر البرمى الى أواسط الترياسى ازداد فرع منها شبها بالثدييات البدائية فى كل تفاصيل الجمجمة والاسنان والأطراف حتى أن بعض أجناسها المتقدمة جدا (السينودونت) لا يمكن فصلها عن الثدييات الحقيقية غير أن التغير الفسيولوجى لم يكن فى مثل هذا التدرج · وقد دلت الدراسة التفصيلية لهستولوجيا العظام التى اجراها ارمان ركلس من جامعة باريس ، أن الانتقال فى توليد الطاقة الحيوية كان مفاجئا ومبكرا · فكل المزعنفات من ذوات الدم البارد وكل الثرابسيدات - وهى متنوعة تنوعا شديدا - ذات عظام دفيئة الدم ، فلا حلقات نمو لها ، كما أنها ذات أوعية دموية كثيفة وقنوات هافرسية ·

وكان عالم العصر البرمى المتاخر له مناخ يمتاز بالانتقال الحاد بين دوائر العرض. فكانت لا تزال هناك بعض ثلاجات فى تسمانيا والأجزاء الجنوبية من جندوانالاند كانت لا تزال مغطاة بالجليد وكان يغطيها نبات جلوسبتريس البارد فاذا كانت الترابسيدات الأولى مزودة بالدم الدفىء فلابد وانها كانت تستطيع أن تغزو جنوبى افريقيا ، وأمريكا الجنوبية وغيرها من الأجزاء الباردة الجنوبية · وهذا ما حدث فعلا ، فقد وجد تنوع غنى بأفراد عائلات الترابسيدات فى الجزء الجنوبى من اقليم الكاب فى جنوب افريقيا وفى روديسيا والبرازيل والهند ، وهى مناطق تصل الى خط عرض ٦٥ جنوبا فى العصر البرمى (انظر الشكل) ، وكانت الثيرابسيدات الأولى مثل فرس النهر شائعة فى هذه الاماكن ، وبعضها يلغ وزنه وهو بالغ ١٠ كيلو جرامات ، وهذا حجم كبير بالنسبة للبيات الشتوى · ولابد وأن هذه الترابسيدات كانت تتمتع بتكيف فسيولوجى معين يمكنها أن تتغذى وتتحرك فى الثلج الذى كان يغطى جندوانالاند شتاء كما انها احتفظت ببعض خصائص دفئية الدم من اوائل العصر البرمى ، والتى ظلت معمرة الى اواخره ، ولا سيما العاشب الضخم المسمى بليكوصور ، وآكل البذور كبير الراس المسمى كابتورهينيد pelycosaurus & captorhinids · وكما يمكن ان تتوقع اقتصرت هذه الأنواع الضخمة من ذوات الدم البارد على المناطق القريبة من خط الاستواء (كما كان فى أواخر البرمى) ، فهذه الأنواع الضخمة لم تكن موجودة فى جندوانالاند الباردة · ثم فى أواخر العصر البرمى ساد توزيع نطاقى حديث للحيوانات الفقارية الضخمة ، فالترابسيدات دفيئة الدم وبعض ذوات الدم البارد الضخمة عاشت فى المناطق المدارية / وتركت الجنوب البارد كله للحيوانات دفيئة الدم من الترابسيدات ·

وكانت النسبة بين المفترسات والفرائس فى المراحل الأولى لظهور مجتمعات الترابسيدات فى افريقيا الجنوبية كما وضحها توضيحا جليا ما جمعه ليوى بونسترا من متحف جنوب افريقيا القومى وجيمس كتشنج من جامعة وترووترزراند تقع بين ٩ - ١٦٪ وهذا أدنى بكثير عما كان فى مجتمعات البرمى المزعنفة كما وجدت نسبا

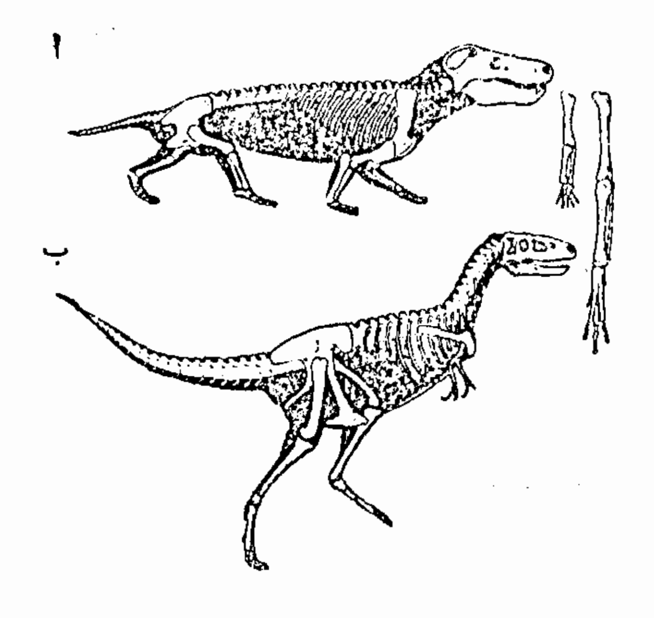
قليلة كذلك بالنسبة للترابسيدات المدارية التى وجدت فى الاتحاد السوفيتى ، رغم أن الفرائس فيها كانت تختلف اختلافا كليا عنها فى افريقيا . وهذا الهبوط المفاجىء فى نسبة المفترسات والفرائس من المزعنفات الى الترابسيدات يتفق تماما مع التغير المفاجىء فى هستولوجيا العظام من ذوات الدم البارد الى ذوات الدم الدفىء . التى ذكرها ركليس ، ومع الغزو المفاجىء للنطاق الجنوبى البارد بالحيوانات الشبيهة بالثدييات أى الترابسيدات . والنتيجة لا مفر منها ، وهى أن حتى الترابسيدات الأولى كانت دفيئة الدم ، ذات توليد حرارى مرتفع .

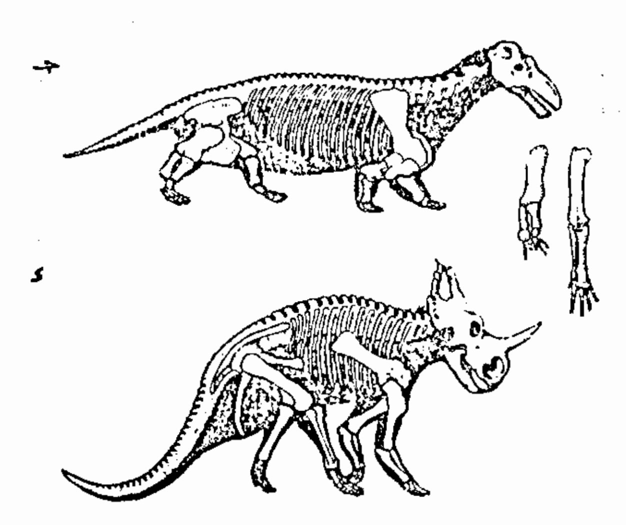
ويبدو من المؤكد ـ فوق ذلك ـ أن الترابسيدات كانت تحتاج لما يمنع تشـــع الحرارة من فوق جسمها فى شتاء جندوانا البارد ، ودائما ما يظن أن الشعر كان شيئا متأخرا ظهر فى الترابسيدات المتقدمة . ولكن لابد وأنه قد ظهر فى ذوات الدم الدفىء فى جنوب افريقيا فى أول نهاية العصر البرمى . كيف نشأ الشعر ؟ ربما كان أســـلاف الثيرابسيدات تمتلك شعرا حساسا للمس منتشرا فوق الجسم كتكتيف يحتاجه السعى ليـــلا ، ولابد وأن الانتخـاب الطبيعى قد اختار الحيـوانات ذات الشعر الكثيف كلما ازداد توليد الحيـــوان للحرارة ، وانتقل الى المناطق الباردة المناخ .

ونسبة المفترسات للفرائس عند الثيرابسيدات ، رغم أنها أدنى بكثير من نسبتها لدى ذوات الدم البارد ، لا تزال ثلاثة أمثال ما هى لدى الحيوانات الثديية المتقـــدمة التى تعيش اليوم . ويبدو أن هذه النسبة كانت أدنى فى مجتمعات زمن الحياة الحديثة عنها فى الثيرابسيدات ، ولذلك فاننا نستنتج أن زيادة فى التمثل الغذائى قد حدثت بين ثيرابسيدات العصر الترياسى وثدييات ما بعد العصر الكريتاسى . وقـــد عاشت الثيرابسيدات وهى فى درجة حرارة جسمية أدنى من معظم الثدييات الحية الآن ، ومن ثم فربما كانت توفر فى الطاقة بامتلاكها نظام حرارى أدنى . ويقـــوى هذا الرأى انخفاض درجة حرارة أجسام معظم الثدييات البدائية الحالية : مثل اكلات النمـــل الشوكية ، وآكلات الحشرات فى مدغشقر ، فهى تحتفظ بدرجة حرارة تبلغ ٣٠° م بدلا من ٣٦ ـ ٣٩ التى تحتفظ بها الثدييات الحديثة .

الثيكودونت الانتقـــالى

سادت عائلة الثيرابسيدات القوية النشطة حتى منتصف العصر الترياسى . ثم دالت دولتها ، وظهرت مجموعة أخرى تشتمل على الديناصور ، وبدأت هـــذه المجموعة الجديدة تأخـــذ دور المفترسات الكبيـــرة ودور العاشـــبات . وهذه هى





طول الأطراف فى الدناصر مقارنا بطول الأطراف عند قرائن بيئية لهـا وهى الثيرابسيدات • كانت أطراف الدناصر طويلة نسبيا ، كمـا كانت العضلات الماسكة أكبر • الرسمان (أ ، ب) يمثلان الحيوانين كما لو كانا من وزن واحد • (أ) يزن عادة ١٠٠ كيلو جـراما و (ب) يزن ١٠٠ كيلو جراما •

(جـ) حيوان الثيرابسيدات و (د) الدناصور ذو القـرن ويزن ١٥٠٠ كيلو جـراما •

(أ) cynopothas

(ب) albertousaurus

(د) centeosaurus

الاركوصوريا Archosautra . وكانت اول موجة منها هى الثيكودونت · وكانت اوائلها حيوانات صغيرة الحجم او متوسطتها تعيش بين الثيرابسيدات اثناء الفترة الانتقالية بين البرمى والترياسى · وكانت باردة الدم كما يبدو من هستولوجيا عظامها· وفى النظم الحيوية الحديثة تتفوق ذوات الدم البارد على ذوات الدم الدفىء بين المفترسات الضخمة التى تعيش فى الماء العذب · وربما كان معدل التمثل الغذائى المنخفض لدى ذوات الدم البارد يساعدها على الغوص فى الماء فترات أطول · وقد أصبحت مجموعتان من الثيكودونت آكلات للسمك ضخمة تعيش فى الماء العذب : وهما الفيتوصور Phytosaurs التى اقتصرت على العصر الترياسى والتماسيح التى ظلت ناجحة حتى اليوم · ولكل من المجموعتين عظام باردة الدم · (وكانت عائلة التماسيح اما منحدرة مباشرة من الثيوكودونت الأول ، أو مشتقة من أسلاف متوسطة بينهما) ·

والقرائن عن العلاقة بين المفترسات والفرائس فى الثيكودونت قليلة · ومن الصعب حساب النسبة ، لأن الثيكودونت الضخم المفترس بل وأوائل الدناصر كانت تزاحمها على الفرائس · وهناك عينة واحدة من الصين ، تتكون من جنس واحد من الحيوان المفترس ، ثيوكودونت ضخم الرأس اسمه erythrocosuchids يعطى نسبة قدرها ١٠٪ ، وهى داخلة فى نطاق ذوات الدم الدفىء · أما القرائن المناخية فواضحة· اذ اعتدل المناخ فى العصر الترياسى (فقد ذابت الثلاجات) ، الا أن النبات المثمر ، وبعض حلقات النمو فى الأشجار تشير الى أن المناخ فى جنوب جندوانالاند لم يكن دافئا طول العام · ومما له أهمية ودلالة فى هذا المقام هو توزيع الفيتوصور ، وهو حيوان ضخم بارد الدم آكل للسمك من فصيلة الثيكودونت · وحفريات هذا الحيوان منتشرة فى أمريكا الشمالية وأوروبا (فى مداريات العصر الترياسى) وفى الهند الذى كان يدفئها بحر تيثس الاستوائى · ولكنها لم توجد فى جنوب جندوانا أو فى جنوب افريقيا أو فى الارجنتين ، بالرغم من وجود حيوانات متنوعة دفيئة الدم من الثيوكودونت ·

هل كان بعض الثيوكودونتات عازل حرارى ؟ هناك دليل مباشر وجده أ· شاروف من اكاديمية العلوم فى الاتحاد السوفيتى ، حيث وجد جزءا من هيكل عظمى لحيوان ثيوكودونتى صغير أطلق عليه اسم Longisquana بسبب طول فقاريات شبيهة بالريش وهى تشبه مظلة الهبوط من الطائرات ، لابد وأنها كانت تحمى الحيوان وهو يقفز من شجرة الى أخرى ، أو هو يقفز بين الأشجار · وأهم من هذا وهذه الزعانف الطويلة التى يمكن أن تفرد وتطوى والتى كانت تحجز طبقة من الهواء بينها وبين بقية الجسم (انظر الشكل) · وهذه الفقاريات للتشريح المعقد للريش الحقيقى · ولكنها مرحلة حقيقية كاملة للعازلات الحرارية التى للطيور · ومن المعتقد

أن الريش لم يظهر الا فى العصر الجـوراسى ، مع أول طـائر وهـو اركيوبتركس Archaeopteryx · ولكن هذا الشبه بين الريش الحقيقى وما يشبه الريش يؤكده ما عثر عليه شاروف أيضا وهو الزاحف الطائر petrosaur ، الذى عثر على حفرياته فى الطبقات الجيرية بين حفريات العصر الجوراسى · وقد عثر عـلى حيوان له شعر كثيف أو ريش يشبه الشعر وأطلق عليه اسـم سوردوس بيلوصوس sordus pilosus أو «الشيطان المشعر» · وهذه الزواحف الطائرة هى خلف الثيوكودونتات الترياسية أو ربما كانت دناصر بدائية وتدل وسائل عزل الحرارة من شبيه الريش أو الشعر فى كل من القافزات الطويلة والشيطان المشعر ، عند أطراف جندوانالاند الجنوبية أن بعض الثيوكودونتات دفيئة الدم قد اكتسبت عوازل للحرارة فى بدء الترياسى ·

الدناصر

ظهرت الدناصر ، وهى الخلف لأوائل الثيوكودونتات فى منتصف العصر الترياسى وعند نهاية هذا العصر حلت محلها ومحل بقية الثيرابسيدات بوصفها الفقاريات الأرضية السائدة · والأدلة المناخية على أن الدناصر كانت دفيئة الدم تـكاد تكون كاملة · فالعصر الجوراسى كان عصرا يمتاز بالمناخ المثالى ، اذ كان التدرج فى الحـرارة نحو القطب بطيئا جدا · وكان من أحسن ما يكون ، ولم يأت تدرج مثله منذ العصر البرمى حتى الوقت الحاضر · الا أن هذا التدرج أصبح أكثر حدة فى العصر الكريتاسى التالى· كما بينته الأدلة البلاكتونية البحرية ، والأدلة النباتية الأرضية · وتوجد فى صخور كندا فى الشمال وهى صخور العصر الكريتاسى الداخلة فى الدائرة القطبية حفـريات لدناصر فى حجم فرس النهر · ويقول ويل ا· رسل من المتحف الوطنى الكندى أن الشمس كانت تختفى تحت الأفق شهورا متوالية فى دوائر العرض هذه ، ولابد وأن البيئة كانت أشد قسوة على الدناصر فى هذه الأماكن منها على الزواحف البحرية ، بسبب عدم وجود هواء بارد فى الماء وبسبب عامل تعادل درجة حرارة الماء · وأكثر من ذلك فان الحركة فى الماء لا يحتاج لمقدار من الطاقة مثلما تحتاجها الحركة لى الأرض ، ومن ثم استطاعت الزواحف المائية أن تبتعد عن الشاطىء القطبى · وهذه القرائن تقترح، ولكنها لا تثبت أن الدناصر القطبية لابد وأنها كانت قادرة على التعامل مع الظـروف الباردة ·

أما الأدلة المستقاة من دراسة هستولوجيا العظام فهى أقل اتفاقا · فكل أنواع الدناصر التى درست تبين أنها كانت دفيئة الدم تماما من ناحية العظام · وبعضها ذات كثافة دم أكثر ارتفاعا من كثافة دماء بعض الثدييات الحالية · ولما كانت هستولوجيا العظام تفصل بين صاحبات الدم الدفىء وصاحبات الدم البارد فى العصرين البرمى

والترياسى ، فيجب أن تكون هذه القرينة وحدها كافية كى تثبت أن الدناصر كانت دفيئة الدم ٠ الا أن دراسة النسبة بين المفترسات والفرائس ربما كانت أكثر اقناعا وحفـريات الدناصر آكلة اللحم نادرة جدا ٠ والنسبة بين المفترسات والفرائس لدى دناصر العصور الترياسى والجوراسى والكريتاسى تتراوح بين ١ ، ٣٪ ٠ وهى أقل بكثير بين التيرابسيدات وهى تدخل تماما فى نطاق عينات الحفريات الضخمة التى تنتمى لمجتمعات الثدييات المتقدمة فى زمن الحياة الحديثة ٠ وانى مقتنع بأن كل الفرائن الكمية تدل على أن الدناصر كانت تولد حرارة مرتفعة وأن ميزانية توليد الطاقة لديها كانت مرتفعة ٠

طول الاطراف		هستولوجيا العظـام	
تصيرة	٥٠٪	لا	ذوات زعانف فى الظهر وغيرها من فقازيات أرضية ـ أوائل البرص
قصيرة	لا تنطبق	لا	الكازين والكابتورهند فى أواخر البرمى
قصيرة	١٠٪	نعـم	ثيرابسيدات أواخر البرمى
قصيرة	؟	؟	أوائل الثيرابسيدات
قصيرة	١٠٪	نعـم	
قصيرة		حتى ٥٠٠ك٠ج	معظم الثيكودوندات الأرضية
	؟	لا	
		حتى ٨٠٠ك٠ج	ثيكودوندات تعيش فى الماء المعذب
طويلة	١ ـ ٣٪	نعـم	الدناصر
طاويلة	١ ـ ٥٪	نعـم	ثدييات الزمن الحديث

القرينة المشتقة من توليد الطاقة فى الحفريات القديمة ملخصة هنا ٠ ظلت المستطيلات التى تدل على وجود ادلة متعلقة بالدم البارد (اللون الرمادى) أو الدم الدفىء (اللون الأحمر) طبقا للمقاييس التى نوقشت فى النص ٠ وكانت الكازين والكابتورهند من العاشبات ولذلك لانسبة بينها وبين الفرائس وكانت هناك ثيكودوندات تعيش فى المناطق المعتدلة الباردة ٠ ولكنها كانت قليلة ولا تعتبر دليلا كافيا ٠

هل كانت الدناصر ذات نظام عازل للحرارة ؟ ان القرينة القاطعة تأتى من مصدر يدعو للدهشة ، وهو الديناصور الطائر Archaeopteryx ولقد كنت ، أثناء الدراسة الجامعية منذ عشر سنوات عضوا فى دراسة ميدانية للحفريات ، يقودها جون هـ٠ أوستروم من جامعة ييل ٠ وقد وجد أوستروم بالقرب من بردجر ، مونتريال ، حفرية جيدة محفوظة لآكل اللحم من الدناصر ٠ وكانت لحيوان صغير اسمه Deinonychus وقد ألقت هذه الحفرية كثيرا من الضوء على الدناصر آكلة اللحم عامة ٠ وبعد ذلك

بعدة أعوام . كان أوستروم يبحث عن الحفريات المحفوظة فى أحد المتاحف الأوروبية عندما وجد عينة كتب عليها خطأ اسم الديناصور الطائر ، اركيوبتريكس ، ولاحظ أوجه شبه عجيبة بين هذه الحفرية وبين الديناصور آكل اللحم · وبعد دراســات تشريحية مستفيضة بين أوستروم بما لا يدع مجالا للشك أن السلف المباشر للديناصور الطائر لابد وأن كان ديناصورا صغيرا ، ربما كان من اقارب الدينونيشس · وكان يظن من قبل أن سلف الديناصور الطائر ، بل والطيور كلها ثيوكودونت بعيد تماما عن الدناصر كلهــا ·

وكان الديناصور الطائر مغطى تماما بالريش ، ولكنه لم يكن يستطيع الطيران ، وكانت مفاصل كتفيه تماثل تماما مفاصل كتف الديناصور المفترس ، مهيأة للقبض على الفريسة · وليس للحركة القوسية اللازمة للطيران · وكان الريش تكيفا ليس للطيران القوى ولكن أساسا كعازل للحرارة · وكان هذا الطائر قريبا جــــدا فى صفاته من الديناصور المتوحش حتى أننا ليصعب علينا أن نصدق أن هذا الديناصور لم يكن مريشا وقد ورثت الطيور معدل تمثلها الحالى للغذاء ومعظم غطائها الريشى الذى يحميها من فقدان الحرارة من الديناصور ، ولم تظهر خاصية الطيران الا بعد أن تطورت مفاصل الكتفين خلال العصر الكريتاسى ، أى بعد أن انقرض الاركيوبتريكس بزمن طويل ·

ولقد قيل أكثر من مرة أن الدناصر ما كان لها أن تصل الى درجة حرارة جسمية معقولة فى بيئة دفيئة بمجرد زيادة وزنها فحسب · فالتماسيح الأمريكية تصل الى حجم كبير فى ولايات الخليج الأمريكية · فهذه الميكانيكية الحرارية لا تكفى لجعل الحيوان دافىء الدم أو تعطيه عظاما ذات أنسجة دفيئة ، أو تجعله على نسبة منخفضة بين المفترس والفريسة ، كما أنها لا تفسر وجود الدناصر القطبية ، أو تفسر نجاح أنواع الديناصور الصغيرة التى لا يزيد وزن البالغ منها على أكثر من ٥٠ كيلو جراما ·

أمخاخ الديناصــــور وأطرافها

يبدو أن هناك ارتباطا بين حجم المخ الكبير وخاصية الدم الدفىء · فلمعظـــم الطيور والثدييات نسبة أعلى بين حجم المخ والجســـم من نســـبتها لدى الزواحف والبرمائيات · وربما كان اكتساب الدم الدفىء ضرورة لكبر حجم المخ · فلابد لكى تولد حرارة كافية للجسم من جهاز مركزى للاعصاب معقد يعمل فى كفاءة تامة · ولذلك لم يكن غريبا أن تظهر صفة الدم الدفىء قبل صفة المخ الكبير فى الخط التطورى الذى أدى الى ظهور الثدييات · فالثيرابسيدات ذات أمخاخ صغيرة وتنظيم زواحفى ، ولم تصل الثدييات الى حجم أمخاخها المعروف فى أنواعها الحديثة الا فى زمن الحيـــاة الحديثة · وليس المخ الكبير بالتأكيد ضروريا للدم الدفىء ، حيث أن الميكانيكية اللازمة

لتوليد الحرارة دفينة فى داخل المنطقة « المتقدمة » من المخ . وليس فى المنطقة العليا ، منطقة التعلم . ومعظم الدناصر الضخمة لها أمخاخ صغيرة . وقد بين رسل أن بعض الدناصر المتوحشة صغيرة الحجم لها أمخاخ فى مثل حجم أو أكبر من أمخاخ الطيور من نفس حجم اجسامها .

لقد ركزت حتى الآن على تنظيم الحرارة وانتاجها فى الجسم . ومن الممكن أن نقرا عملية التمثل الغذائى أيضا من الحفريات . فانطلاق شحنات قصيرة من الطاقة تستمد قوتها من التمثل الغذائى اللاهوائى فى العضلات ، ويستخدم الاوكسوجين المتوفر مرة اخرى فى تنظيم ضربات القلب والرئة . ولمعظم الطيور الحديثة والثدييات مستويات أعلا من التمثل الغذائى اللاهوائى أكثر مما لدى الزواحف الحديثة ، وتستطيع أن تدفع دينها من الأوكسجين مرة اخرى بشكل أسرع . ويبدو أن هذا لا يمنع ذوات الدم البارد الصغيرة من الحركة السريعة : فاقصى سرعة للسحالى الصغيرة تضاهى أو تزيد على اقصى سرعة للثدييات الصغيرة . ولكن تزداد صعوبة اخراج الأوكسوجين مرة اخرى مع ازدياد حجم الجسم والزواحف الضخمة الحالية (عائلة التماسيح والسحالى الضخمة والسلاحف) ذات أطراف ظاهرة القصر . وعضلات أطرافها اقل عددا وسرعتها اكثر بطئا من مثيلاتها عند الثدييات ، مثل القطط الكبيرة والعاشبات ذات الحوافر .

وكانت عائلة صاحبات الدم البارد التى كانت تعيش فى أوائل العصر البرمى ذات أطراف قصيرة بشكل ملحوظ . ويبدو أن المقدرة الفسيولوجية للقفز السريع لدى الحيوانات الكبيرة لم تكن قد تطورت بعد . فحتى اكثر الكينودوندات المتقدمة ، وهى من الثيرابسيدات المتأخرة كانت لها أطراف شديدة القصر بالمقارنة مع الثدييات التى تبدو كالحديثة والتى كانت تعدو فى أوائل زمن الحياة الحديثة . وكانت الدناصر الضخمة من ناحية اخرى تشبه الثدييات التى تعدو ، ولم تكن تشبه الثيرابسيدات فى تشريح اعضاء الحركة ونسب أطرافها . والثدييات الحديثة التى تعدو بسرعة تستخدم حيلة تشريحية تضيف الى قوة أطرافها الأمامية . فلوح الكتف وهو ثابت نسبيا فى معظم الفقاريات البدائية حر طليق يمكن أن يتأرجح الى الأمام والى الخلف وبذلك يزيد من طول الخطو . وقد بينت جين ا . بترسون من جامعة هارفارد أن السحالى الحالية الحربائية لها أيضا ألواح كتف متأرجحة ، رغم أنها تختلف فى التفاصيل عن مثيلاتها فى الثدييات . وأصبح لدى الدناصر التى تسير على أربع ألواح كتف حربائية ، ولابد وأن خطواتها كانت كبيرة وأنها كانت سريعة العدو بالمقارنة مع ثدييات السافانا الحالية .

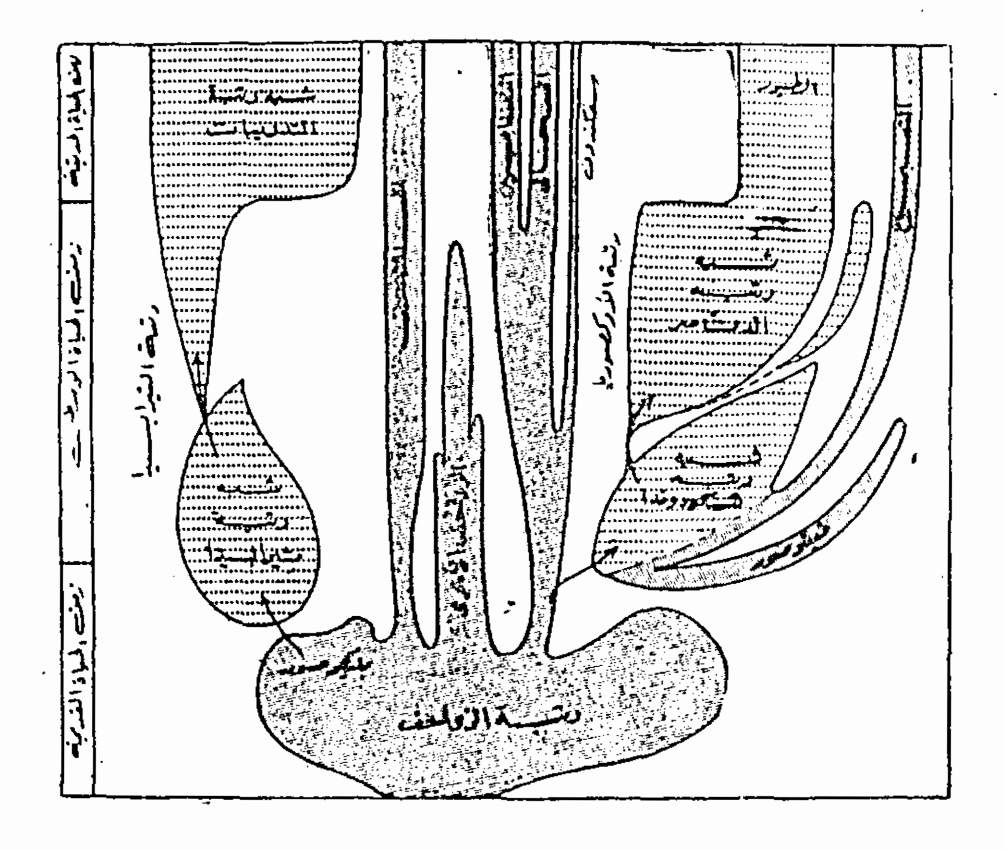
وعندما سقطت الدناصر فى نهاية العصر الكريتاسى . لم تكن مجموعة مقيدة

متخلفة انتهى دورها التطورى وانقضى · بل انها كانت اقرب الى النشاط لا تزال تتفرع الى فصائل جديدة من آكلات اللحم كبيرة المخ ذات أعلى مستوى من الذكاء على الأرض· فما الذى أدى الى سقوطها ؟ انه ليس المنافسة ، لأن الثـديبيات لم تكن قد بدأت فى التفرع الا بعد أن انقرضت كل الدناصر (فيما عدا الطيور) · وتدل القرائن الكيمائية الأرضية والأدلة المستقاة الحفرية الدقيقة على أن درجة حرارة المحيط بدأت فى الانخفاض قليلا فى العصر الانتقالى بين الكريتاسى وزمن الحياة الحديثة · ومن ثم اقترح البرد سببا فى اختفاء الدناصر · ولكن المجموعة الوحيدة التى يمكن أن تكون شـديدة الحساسية للبرد وهى التماسيح الضخمة ، لا تزال موجودة حتى الأرجنتين جنـوبا وشمالا حتى ساسكاتشوان ، وذلك قبل العصر الكريتاسى وبعده مباشرة · وهنـاك سبب اخر أقوى لهذا الاندثار وهو تصرف مياه البحار الضحلة من فوق القـارات ، وحركة طى الجبال التى شملت معظم أجزاء الأرض · ومثل هذه الأحداث الجيولوجية تقلل تنوع البيئات المتاحة للحيوانات الأرضية ، ومن ثم ازداد التنافس بينها · وكان من شأن هذه الأحداث الجيولوجية أن تتسبب فى انهيار النظم البيئية الدقيقة التـوازن · ويبدو أن الحيوانات الأضخم كانت أول ما تأثر من الأحياء · وكانت تغيـرات بيئية مشابهة قد حدثت فى العصر البرمى وتسببت فى حدث كارثة انقراض الثيرابسيدات وغيرها من الحيوانات الأرضية · والآن فى نهاية العصر الكريتاسى أتى دور الدناصور لتلاقى نفس الكارثة · اما الثدييات والطيور فقد نجت من هذه الكارثة لأنها كانت من صغر الحجم بحيث وجدت لنفسها أماكن فى البيئة المتغيرة واستطاعت أن تعمر وتبقى·

وكان نجاح الدناصر ، وهو لغز اذا كانت الدناصر تعتبر باردة الدم ، يمكن التنبؤ به ، اذ كانت الدناصر ذات حركة سريعة وتمثل غذائى مرتفع وذات وقاية حافظة للحرارة · انها باختصار كانت دفيئة الدم · ورغم ذلك فعلى الرغم من وفرة ما كتب عن الأحياء القديمة لا تزال هناك فكرة راسخة تقول أن الدناصر كانت باردة الدم · ولما كانت الدناصر تلحق فى الكتب والمراجع بالزواحف ، ولما كانت تعتبر باردة الدم ، فانها صنفت كفصيلة فرعية اسمها اركوصوريا Archosauria من فصيلة الزواحف، أما فصائل الفقاريات الأرضية الأخرى فهى الثدييات والطيور · ونظن أن قد آن الأوان لاعادة هذا التصنيف ·

استنتاج تاكسونومى (تصنيفى)

هل هناك افضـل من اتخاذ ظاهرة الدم الدفىء خطا فاصلا بين الفصـائل الحيوانية ؟ فليس افضل منها ظاهرة تكيفية فى تطور الحيوان · ومن ثم فان الانتقال من حالة الدم البارد الى حالة الدم الدفىء يمكن أن تفصل الفقاريات الأرضية الى



رتبة الزواحف

اعادة تصنيف الفقاريات الأرضية (بما فيها البرمائيات) كما يقترحها المؤلف على الأسس التى وضحها الانفصال الرئيسى بين الفقاريات هـو عندما اكتسب الحيوان صفة الدم الدفىء (اللون) وجعله ينافس ذوات الدم البارد (الرمادى) ، وكانت الثيرابسيدات (اشباه الثدييات) دفيئة الدم اقرب فى فسيولوجيتها للثدييات منها للزواحف الحالية . وتكاد تكون الطيور قد ورثت طريقة توليد الطاقة الحيوية والمفاصل من الدناصر ، والرتب الفرعية الجديدة المقترحة هنا وهى الثيرابسيدات والانكصوريات تعكس توليد الطاقة الحيوية بدقة اكثر من التصنيف الكلاسيكى . اتساع الرسم البيانى يبين مقدار التنوع والتفرع ومقـدار ما عثرنا عليه من حفريات لهـا ..

انماط أعلى فى التصنيف الاحيائى • وقد اقترح وقتا ما أن تنقل فصيلة الثيرابسيدات من الزواحف وتلحق بالثدييات ، وذلك على ضوء الزيادة المفاجة فى انتاج الحرارة واحتمال وجود شعر فى أوائل الثيرابسيدات • وانا أوافق تماما على هذا • وقد اطلق اسم ثيروبسيدا Theropsida على الثدييات وأسلافها من الثيرابسيدات فلنقترح اذن فصيلة جديدة اسمها ثيروبسيدا ، تتفرع الى ثيرابسيدا وثدييات بوصفهما فصيلتين فرعيتين أو شبه فصيلتين (انظر الرسم) •

وماذا عن فصيلة الطيور Aves • ان كل البيانات الكمية من هستولوجيا العظام الى نسبة المفترسات والفرائس ، الى جانب طبيعة الاركيوبتركس الديناصورية تبين ان كل الخصائص الرئيسية الاحيائية للطيور ـ مثل التوليد المرتفع للحرارة ، والتمثل العالى للغذاء وتوليد الطاقة العالية بدون هواء وحفظ حرارة الجسم بالريش ـ كلها كانت متوافرة لدى أسلاف الطيور من الدناصر • ولا أعتقد أن الطيور تستحق ان توضع فى فصيلة واحدة منفصلة عن الدناصر • وقد اقترحت اناوبيتر جالتون من جامعة بروجبورت تقسيما جديدا نضع فيه الطيور داخل فصيلة الديناصور Dinausauria • ولما كانت هستولوجيا العظام قد بينت أن معظم الثيكودونت كانت دفيئة الدم ، فمن الممكن اذن الحاقها بالديناصور داخل فصيلة دفيئة الدم كبيرة اسمها اركوصوريا Archosautia يمكن أن تقارن بفصيلة الثيروبسيدا • وقد يبدو هذا التصنيف راديكاليا أول الأمر ، ولكنه تصنيف أحسن وأدق من ناحية توليد الطاقة الاحيائية من التصنيف التقليدى الى زواحف وثدييات وطيور • وهذا التصنيف الجديد له دلالة جديدة بالنسبة لزملائنا المغرمين بالدناصر • وهذه الدلالة هى ان الدناصر لم تنقرض • انها تعيش اليوم على شكل طيور ذات الوان مبهجة ، وتنوع احيائى ناجح ، وهذا التنوع الناجح للطيور الحالية تعبير على استمرار الدناصر احيائيا •

١٤ ـ أسلاف الثدييات

ادوين هـ ٠ كولبرت

مارس ١٩٤٩

عاشت الثيرابسيدات والايتيدوصورات ، وهى مجموعة غريبة من الزواحف ذات صفات ثديية عديدة فى العصر البرمى والترياسى ٠

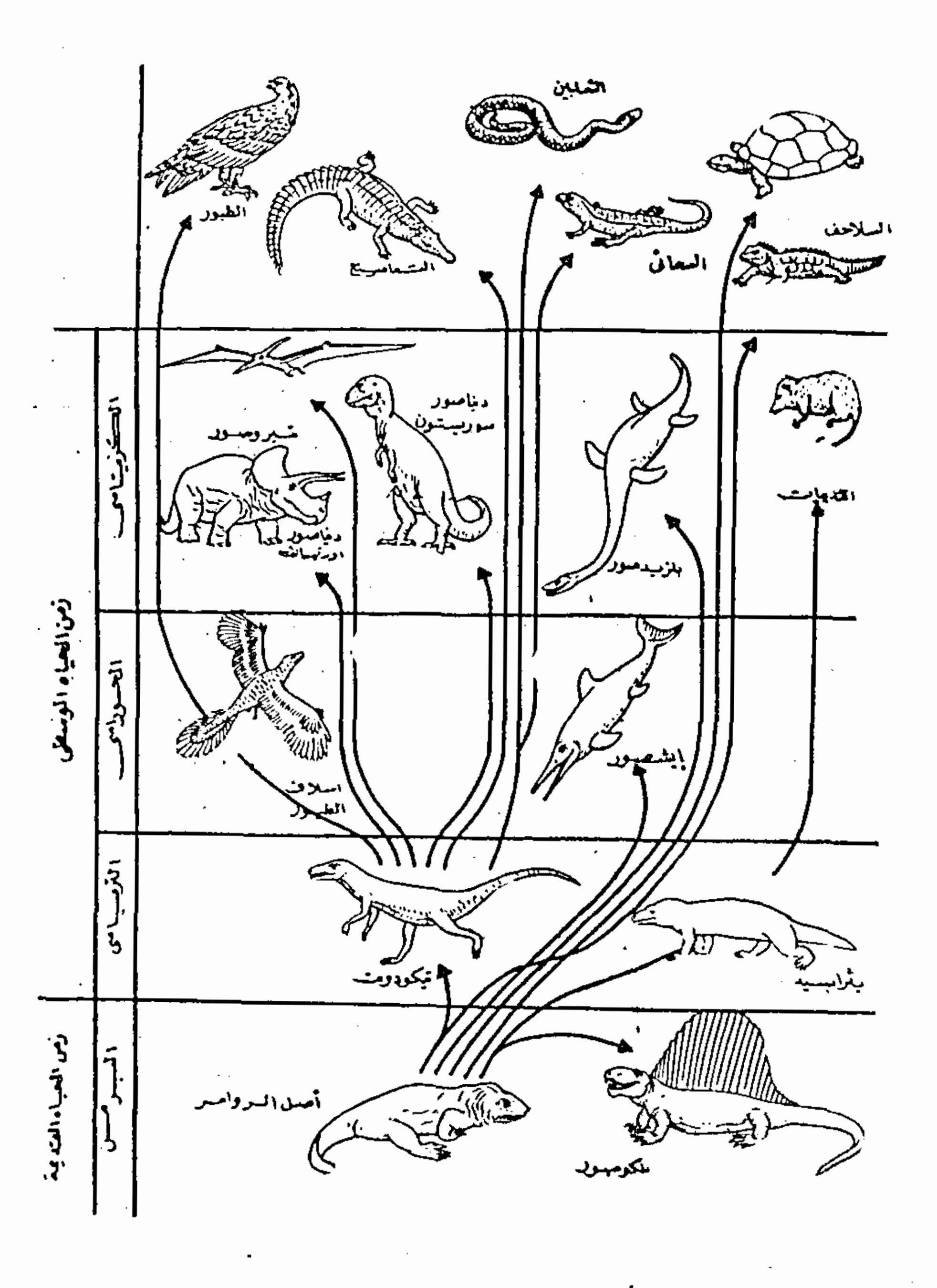
من الصعب ان نجد شيئا كثيرا مشتركا بين زاحف حديث مثل التمساح وثديى حديث مثل الكلب ٠ فمن الناحيتين التشريحية والفسيولوجية يبدوان بعيدين احدهما عن الآخر ابعد ما يمكن أن يكون البعد بين حيوانات تسير على اربع ٠ ولكن اذا رجعنا الى العصور الجيولوجية السابقة فاننا سنجد رابطة قوية تربط بين بعض الثدييات الأولى وبعض الزواحف المعنية ٠ ويبين السجل الحفرى ، وان كان هذا يبدو غريبا . أن الثدييات الأولى قد انحدرت من أسلاف زاحفة ٠

وقد مر اكثر من قرن منذ أن اكتشفت أول حفريات لزواجف شبيهة بالزواحف فى جنوب افريقيا على يد جديس بين Geddes Bain ، وهو من جامعى الحفريات المعروفين فى ذلك الوقت • وقد سجلت عينة بين ووصفها عالم التشريح الانجليزى الكبير وعالم الأحياء القديمة سير رتشارد أوين ولكن أهمية اكتشافه هذا أهملت عدة عقود •

وقد توصل تلميذ داروين العالم توماس هكسلى الى أن الزواحف انحدرت من البرمائيات ، وذلك بعد أن درس تشريحها دراسة مقارنة • ولكن فيما بين عامى ١٨٧٠ ـ ١٨٨٤ توصل عالمان ، كل منهما مستقلا عن الآخر ، الى نتائج اخرى ، وكان هذان العالمان هما عالم الأحياء القديمة النابة الأمريكى ادوارد درنكر كوب والعالم أوين ، بعد أن درسا حفريات زاحفة معينة عثر عليها فى جنوب افريقيا • وقد تاكدت نتائج هاذين العالمين مع مرور الأيام ، وهى أن أسلاف الثدييات يجب أن يبحث عنها فى حفريات الزواحف التى عاشت فى العصرين البرمى والترياسى أى منذ ١٥٠٠ ـ ٢٥٠ عاما مضت •

وواضح تماما الفروق التشريحية ، والفروق فى فسيولوجيا التكاثر بين الزواحف الحالية والثدييات • فالزواحف أولا باردة الدم ، اى أن درجة حرارة جسمها تختلف ارتفاعا وانخفاضا بدرجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه • والثدييات دفيئة الدم حرارة جسمها الداخلية ثابتة ، ولها غطاء خارجى من الشعر يعزلها • والزواحف نتيجة لفقدانها لجهاز يتحكم فى حرارة اجسامها الداخلية بليدة الحركة غالبا بالمقارنة مع الثدييات النشطة • وتضع معظم الزواحف بيضا تفقس منه صغارها رغم أن بعضها يحتفظ ببيضها داخل اناثها ، وتخرج صغارها حية منها • وفى معظم الثدييات ينمو الجنين ويتغذى داخل رحم الأم • كما أن الثدييات متميزة بخاصية اكتسبت منها اسمها ، وهى انها ترضع أطفالها من اثدائها (وتسمى أيضا اللبونات) •

وتعتبر كثير من الفروق التشريحية بين الزواحف والثدييات انعكاسا للفروق الفسيولوجية والتكاثرية • وتعرف الزواحف بأمخاخها الصغيرة والبسيطة ، بينما للثدييات أمخاخ كبيرة • وللزواحف الصغيرة مفصل عظمى واحد فى قاعدة الجمجمة occipital condyle لتربط الرأس بالعمود الفقارى ولكن الثدييات لها مفصلان ويتركب الفك الأسفل فى الزواحف من عناصر عدة ، واحدة منها عظمة مفصلية articula ، وهى تعمل بعكس عظمة قاعدة الجمجمة لتشكل حركة رخوية بين الجمجمة والفك • وفى الثدييات عظمة فك واحدة بها الأسنان وهى تتحرك مباشرة مع عظمة الجمجمة squamosal وللزواحف عظمة واحدة فى الأذن الوسطى، ولكن الثدييات لها سلسلة من ثلاث عظمات • وأسنان الزواحف متشابهة الى حد كبير، وهى تتجدد عدة مرات ، اى أن كل سنة تسقط فى اى وقت ينبت محلها سنة • اما



تحتل الزواحف الشبيهة بالثدييات مكانا ثانويا نسبيا فى شجرة الزواحف. الى اليمين من أسفل تقع فصيلة الثيرابسيدات . ومنها الاكندوصور ، وهو من الزواحف ذات الصفات الشبيهة بالثدييات اما الثدييات الأولى التى تظهر فى العصر الكريتاسى (بالقرب من قمة الشـــكل) .فهى أشبه بحيوان البوسوم الذى يعيش اليـوم

أسنان الثدييات فهى مختلفة فهناك القواطع والأنياب والأسنان والضروس وللحيوان الثديى طاقمان فقط من الأسنان ، طاقم لبنى وآخر بالغ دائم .

وهناك أيضا اختلافات أخرى فى بقية الهيكل العظمى ، فقـاريات الزواحف متشابهة كلها . ولكنها متنوعة الاشكال فى الثديى ، فهى تختلف فى منطقة الرقبة ، عنها فى منطقة الظهر . وعظام الزاحف الطويلة تستمر فى النمو طوال حياة الحيوان. ولكن الحيوان الثديى له كراديس منفصلة عن نهاية عظامه ، تلتحم بالمعظمة عندما يصل الى سن البلوغ وتمنع أى نمو آخر لها . وتتراوح عدد عظام أصـابع اليدين والقدمين عند الثديى . ولكنها تقتصر عند الزواحف على عظمتين للابهام فى اليدين القدمين وثلاثة عظام لبقية الأصابع .

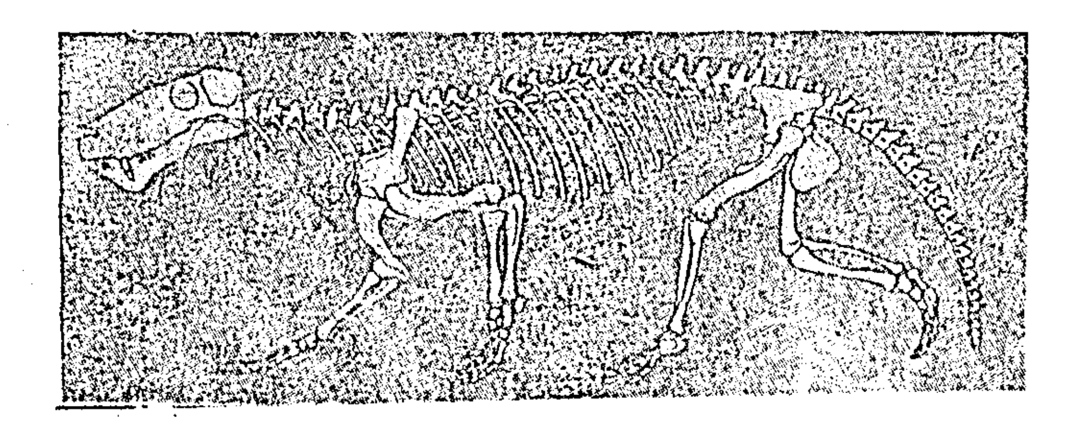
لهذه الاختلافات التشريحية والفسيولوجية كلها لم يستطع علماء التشريح الأوائل ان يجدوا علاقة بين الثدييات والزواحف . ولكن على ضوء اكتشاف عظـام عديدة للزواحف الشبيهة بالثدييات فى جنوب افريقيا وبفضل دراسة الطبيب عالم الحفريات روبرت بروم ، اكتشفت أوجه شبه كثيرة بين الزواحف والثدييات . ورغم أن أكبر عدد من حفريات الزواحف فى ذلك الحين عثر عليه فى جنوب أفريقيا الا أن طبقـات أمريكا الشمالية والجنوبية وروسيا وانجلترا وغربى الصين بدأت تتضح عما بها من حفريات . ويبدو من هذا أنه ما أن حل آخر زمن الحياة القديمة وعصور زمن الحيـاة الوسطى حتى كانت الزواحف منتشرة فى جميع انحاء العالم تقريبا .

وتنتمى الزواحف التى يعتقد أن الثدييات انحدرت منها الى فصيلتين تعـرفان باسم الثيرابسيدات والايكتيتيصور . أما شـبه الفصيلة أو الفصيلة الفرعية المعروفة باسم ثريودونت theriodonts أو الوحش نسبة لأسنانها التى تشبه أسنان الثدييات فهى ذات أهمية خاصة . ويتميز من الثريودونت جنس اسمه كينوجناثوس Cynognathus أى فك الكلب .

ويبدو الكينوجناثوس ابعد ما يكون عن الزواحف فى عين أى شخص درس الزواحف . ولابد وأنه كان يختلف اختلافا كبيرا فى حياته ومظهره عن أى زاحف آخر يعيش فى الوقت الحاضر . حتى العظام الحفرية تؤكد هـذا . فهناك صـفات تشريحية عديدة تعبر الفجوة التى تقع بين الزاحف والثديى .

فالسكينوجناثوس كان حيوانا ضخما له جمجمة مستطيلة تشبه جمجمة الكلب ، وفى ضخامة جمجمة الذئب . وواضح انه كان اكلا للحم . لأن جمجمته كانت مسلحة بأسنان حادة قوية مكيفة جيدا للامساك بفريستها وتمزيقها . وهذه الأسنان بعكس

اسنان التمساح المفترس لم تكن منتظمة التوزيع أو متسقة الشكل ، بل كانت مقسمة الى مجموعات مثل اسنان كثير من الثدييات · ولابد وانها كانت تقوم بوظائف مثيلاتها عند الثدييات · ففى الأمام توجد قواطع صغيرة مخروطية الشكل ، للعض والقضم · ومن وراء القواطع توجد فجوة تتبعها سنة واحدة كبيرة شبه الخنجر وهى الناب ، وكان هناك ناب اعلا وناب أسفل · ولابد وأنه كان مثل أنياب الذئاب اليوم ، سكين قاطع حاد ، يمثل السلاح الرئيسى للحيوان · ومن دراسة أسنان الخد التى تعرف عند الثدييات بالضروس الأمامية ثم الضروس · اما فى الكينوجناثوس فالأسنان تشبه



الليكينوب ـ نوع من انواع الزواحف الشبيهة بالثدييات ـ ذات اسنان تشبه اسنان الوحوش · وهى فصيلة فرعية من الثيرابسيدات · من مميزات هذا النوع وغيره من انواع فصائل شبيهات الثدييات وجود زوج من الأسنان الطويلة التى تستخدم فى القطع · وقد قام بهذا التجميع للعظام المؤلف والفنان جون جرمان من متحف نيويورك للتاريخ الطبيعى

اسنان الثدييات ، ولها عدة تيجان للاسنان · وواضح انها كانت مفيدة فى قطع الطعام الى أجزاء صغيرة حتى يمكن هضمها بسرعة · وهذا حقا على نقيض ما لدى الزواحف الحالية ، التى تتبلع غذاءها ثم تبدأ فى هضمه ببطء ·

وهناك صفات اخرى عديدة شبيهة بالثدييات فى جمجمة الكينوجناثوس · فمثلا مما يوازى أسنانه المتنوعة الكاملة ان هذا الحيوان لديه عظمة حنك ثانوية تفصل مدخل الجهاز التنفسى عن الجهاز الهضمى · وهذا بلا شك ساعده على أن يأكل بسرعة وبكفاءة

وهذا أمر ضرورى لحيوان نشط نسبيا . بالاضافة الى هذا فهذا الحيوان كان لديه لقمة تربط الجمجمة بأول فقاريات العمود الفقارى .

وتظهر عدة صفات شبيهة بالثديية فى هيكل الكينوجناثوس خلف الجمجمة . اى أنه كان هناك درجـــة من التخصص فى فقارياته ، ففقـــاريات الرقبة تختلف عن الفقاريات التى تمسك بالضلوع . بل ان المرء ليبدأ فى التعرف الى جزء من الفقاريات لا يمسك ضلوعا كما هى الحال عند الثدييات . وكان لعظمة اللوح شوكة قوية عنـــد حافتها الأمامية ، وهذا شيء جديد جدا بالنسبة للزواحف . ومقدمة للشوكة الموجودة عند عظمة اللوح الثديى

اما فى عظام الحوض ، فالحرقفة مستطيلة ، وكان معظم الاستطالة الى الأمام، اى اننا نبدأ فى ملاحظة تطور الحوض بما يشبه حوض الثدييات . وكانت الأطراف والاقدام فى أوجه كثيرة تشبه مثيلاتها لدى الثدييات . ولابد وان هذا الحيوان كــان يشبه بشكل عام الثدييات . مرتفع عن الأرض والأقدام ثابتة عند منتصف جســـمه لكى تدعمه وتزيد من كفاءة سيره .

ولكن على الرغم من كل هذه الصفات المتقدمة فقد كان الكينوجناثوس حيــوانا زاحفا ، لا يزال يحتفظ بكثير من صفات الزواحف . فعظام جمجمته عظام زواحف لا شك فيها . وكذلك عظام هيكله العظمى الى حد كبير . وليس ثمت الا قليل مما تمتــاز به عظام الثرييات فى تركيبها . فالفك الأسفل يتركب من عدة عظام بدلا من عظمـــة واحدة . والجمجمة معلقة بالفك الأسفل بنفس طريقة الزواحف . والأصابع أصابع زاحفـــة تماما .

لذلك كله فالكينالجناثوس يمثل خطة تطورية الى الأمام . واكثر من ذلك فبعض اجناس الثريودونت أكثر تقدما فى بعض الصفات الأخرى . فمثلا حيوان البـــاوريا Bauria ، وهو اقل شبها بالثدييات من الكينوجناثوس فى كثير من الصفات ، فهو لديه نفس عدد عظام ابهام القدم مثل ما لدى الثدييات ، وبينما لا يوجد جنس واحد من اناس زواجف الثريودونتات يقترب تماما من تشريح الثدييات ، الا انها كمجموعة تصور اتجاها واضحا نحوها .

بل ان هذا الاقتراب نحو الثدييات يظهر بشكل أوضح عند الاكتيدوصور . ولكننا لا نعرف عنه الا القليل . وهذه المجموعة تشبه الثدييات فى كثير من صفاتها وبدرجة اكثر تقدما من غيرها ، بل هى تتفوق على سابقاتها فى كثير من الصفات الثديية . فمثلا فقدت الاكتيدوصور بعض عظام الجمجمة التى لا تزال تميز الأريودونتات وأصبح

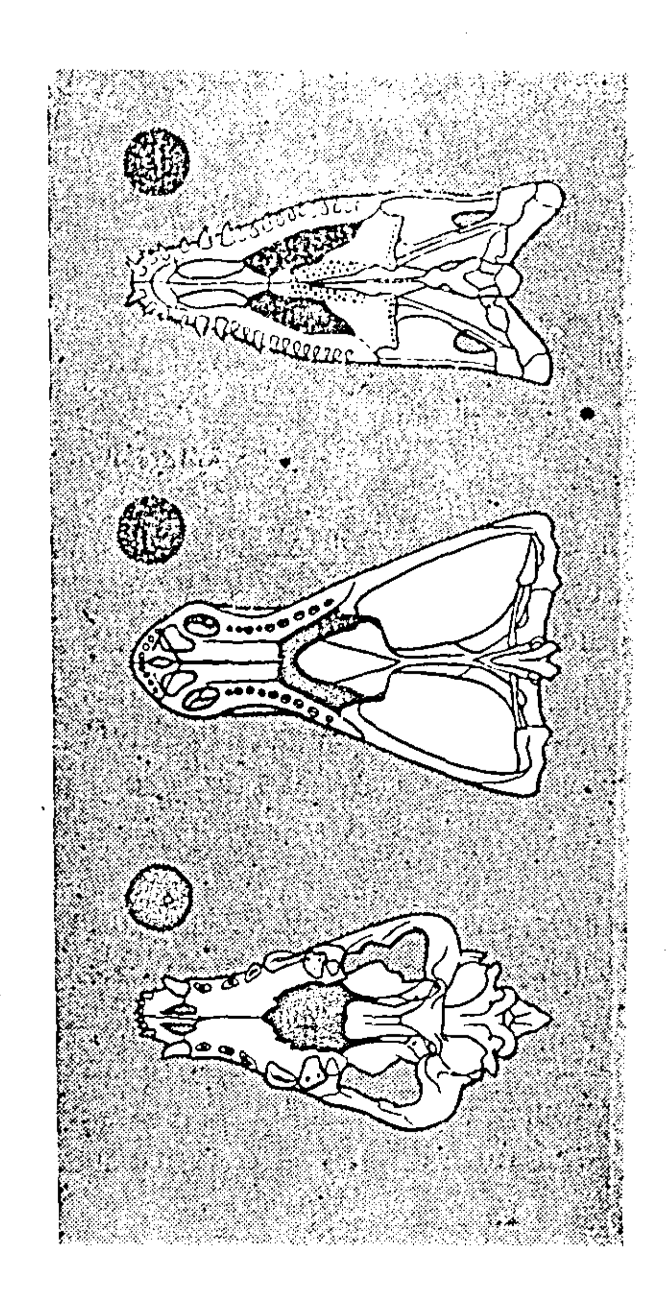
لها صفات ثديية عديدة · ونتقدم تقدما أكثر من حيث عظمة اللقمة الثانوية ، كما أن عظمة الأسنان عندها أكبر فى الفك الاسفل ، وهى خطوة نحو عظمة الفك الواحدة التى تمتاز بها الثدييات · ولكن لا تزال تحتفظ بعظام أخرى فى فكها الأسفل ورابطة زاحفة تربط الجمجمة بالفك ·

وقد أدت اكتشافات حـــديثة فى الشرق الاقصى وأوروبا الى زيادة معـــرفتنا بالاكتيدوصور · ففى الصين وصف الدكتور شونج تشين يونج جماجم هذا الحيـوان التى عثر عليها فى يونان ، كما اتبع والتر كوهن أكثر الطرق صعوبة حتى وصل الى اجزاء من هياكل هذا الحيوان وجماجمه مما يثبت أنه من أسلاف الثدييات الهامة · وصفات هذا الحيوان التشريحية تشبه كثيرا فى صفات البـــلاتيبوس Platypus وهو أكثر الثدييات الاسترالية بدائية ·

أين فى سلم التطور ـ عبرت هـــذه الحيوانات الزاحفـــة العتبة الى مرحلة الثدييات ؟ اننا نعرف أن الحيوان لا يصبح زاحفا ، ويصبح ثدييا عندما ينجح فى الاحتفاظ بدرجة حرارة جسمية ثابتة ، وعندما يمتلك معطفا عازلا للحرارة ، وعنـدما تصل عملية تكاثره الى درجة متقدمة ولا سيما عنـــدما تبدأ الانثى فى تكوين اللبن وترضع أطفالها · ونحن للاسف لا نستطيع أن نقدم قرائن خاصة بهذه الصفات ، لأن غدد ضبط الحرارة وافراز اللبن وغيرها من الأجزاء اللينة من الجسم مثل الشـــعر· لا تحفظ فى الحفريات ·

أما فيما يتعلق بالعظام وحدها ، فاننا نستطيع أن نقول أن الحيوان المتطـــور قد وصل مرحلة الثدييات عندما ينجح فى أن يصل الى مجموعة الصـــفات الهيكلية للثدييات أى الى تنوع كامل فى الفقاريات · حوض متداخل ، أقدام كاملة ، كراديس فى عظامه الطويلة ، عظام قذالية مزدوجة عند قاعدة الجمجمة ، لقمة ثانوية كاملة ، سلسلة من ثلاث عظام فى أذنه الوسطى ، وعظمة واحدة تكون الفك الأسفل مفصلية مع الجمجمة · وربما كانت الصفة الأخيرة من هذه هى أكثرها أهمية ·

فى الزواحف الشبيهة بالثدييات كان هناك اختصار مستمر للعظام المربعة والمفصلية التى تربط بين الجمجمة والفك·· وكانت هذه العناصر صغيرة جدا عند الايتيديصور · ونحن نعرف الآن من دراسة الحفريات ومن دراسة علم الأجنة أنه فى الفصل الأخير بين الزواحف والثدييات كان هناك تغير كبير فى تركيب العظام · وكلما اقتـــرب الزاحف من مرحلة الثدييات تفقد هاتان العظمتان نهائيا وظيفتهما كمفصلين بين الجمجمة والفك وتدخل منطقة الأذن الوسطى · وتصبح العظمة المربعة عظمة السندان والعظمة المفصلية تصبح عظمة المطرقة الثديية ، وتكون هاتان العظمتان مع عظمة ثالثة



نمو عظمة الحنك الثانوية (سوداء فى الشكل) تصور مركز الزواحف الشبيهة بالثدييات فى سلم التطور · أوائل الزواحف الشبيهة كان لها عظمة حنك صغيرة ، وفتحات المنخارين تفتح نحو الفم (أ) . أما فيما بعد فكان الفتحة الأنف ممر خاص بهـــــا كما فى الكينوجناثوس (ب) · (ج) الكلب له عظمة حنك خاصة ·

هى عظمة الركاب stape سلسلة عظام الاذن الوسطى وهى المميز للثدييات٠ وفى نفس الوقت تتكون مفصل جديد بين قاعدة الجمجمة وعظمة الفك . وهى العظمة الواحدة المتبقية فى الفك الأسفل ٠

ولم يصل أى نوع من الاكتيدوصورات هذه المرحلة من التطور ٠ ولذلك فهى لا تزال تعتبر من الزواحف ٠ ولكن هنا ـ فى هذه النقطة ـ اقتربت الفوارق بين الزواحف والثدييات وأصبحت من الضيق بحيث انحصرت فى الفرق بين عظمة الاذن الواحدة وعظيمات الاذن الثلاث ٠ ورغم أن هذا الفرق ليس هاماً ، الا أنه ظل ثابتا فى جميع الحالات مما جعله ذا قيمة فى التفرقة بين الزواحف والثدييات ٠

ويبدو أن أول حيوان ثديى كان شبيها فى مظهره بالزواحف الشبيهية بالثدييات، وهى أسلافها المباشرة ٠ وقد تم التغير من الزواحف الى الثدييات أثناء العصر الترياسى، ومنذ العصر الجوراسى بدأت الثدييات تشارك الزواحف الحياة على سطح الأرض ٠ وكان العصر الترياسى زمنا مبكرا بالنسبة للزواحف التى سادت الأرض فى زمن الحياة الوسطى ، بل كان عصر الدناصر ٠ وظلت الثدييات الأولى مدة جيولوجية طويلة تعيش فى عالم الدناصر والزواحف ٠ لقد كان عالما غنيا بالنبات مدارى المناخ حيث كانت للزواحف الضخمة السيادة ، وحيث كانت الثدييات ضئيلة الأهمية نسبيا ٠ وعندما وصلت الثدييات الى مرحلة السيادة على الأرض ، كانت أسلافها من الزواحف قـــد مضى على انقراضها وقت طويل ٠

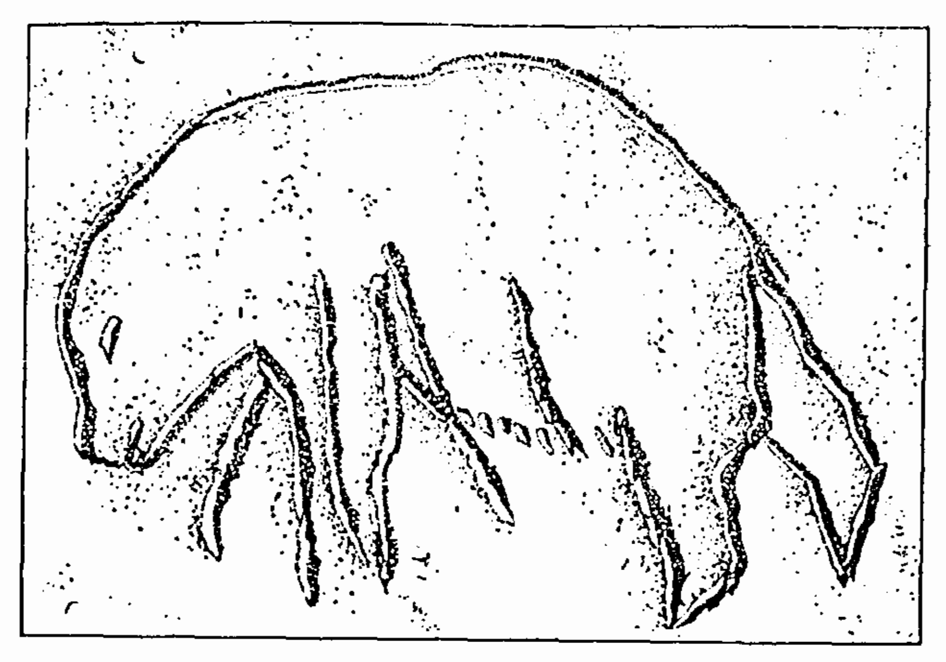
١٥ ـ دب الكهف

بيـــورن كورتيز

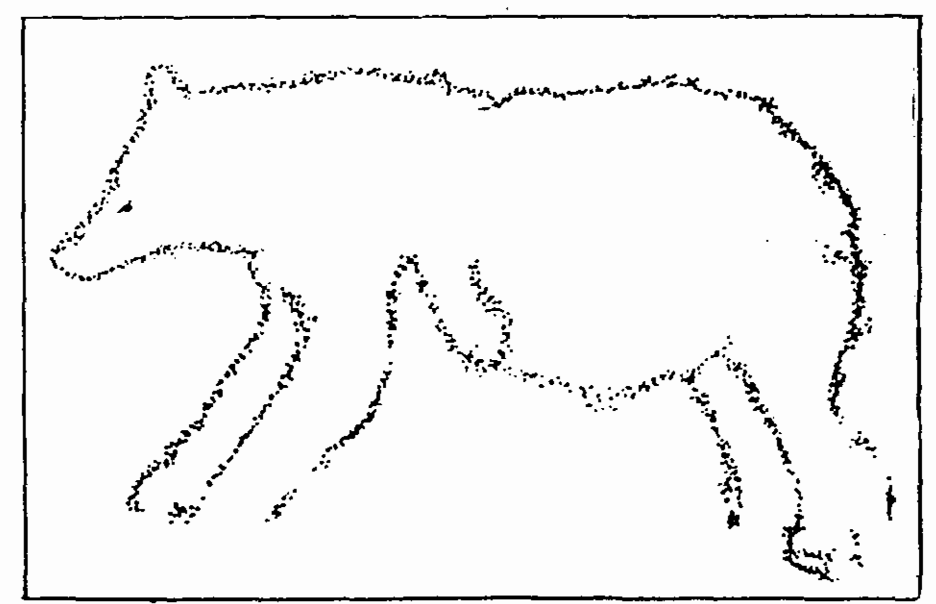
مارس ١٩٧٢

كان هذا النوع ضخم الرأس يعيش من البرانس حتى بحر قزوين خـــلال العصر الجليدى · وقد وجد فى كهف واحد فقط بقـــايا ٣٠٫٠٠٠ دبا · لما الذى أدى الى انقراض هذا النوع ·

تقضى كثير من أنواع الدببة جزءا من حياتها فى الكهوف ، ولكن نوعا واحـدا فقط هو الذى عرف بدب الكهف · وهذا النوع هو Urus spelarus وهو منقرض الآن · وقد أعطى هذا الاسم فى القرن الثامن عشر لأنهم أسسوا وصفه على ما وجدوه فى الكهوف · ثم أصبح هذا الاسم شائعا بعد ذلك بين جامعى الحفريات فى القـــرن التالى ·اذ وجدت منه آلاف الحفريات على مدى المكان المتـــد من جبـــال البرانس الاسبانية فى الغرب حتى قرب سواحل بحر قزوين شرقا · وفى معظم الكهوف التى



رسم للدب تركه فنان العصر الحجرى القديم الذى ترك أعماله فى كهوف غرب أوروبا ٠ الى أعلا صورة دب الكهف وهو حيوان يمتاز بجهته المكورة هذا احد الأشكال التى تركها الفنان فى لاكامباريل بالقرب من ليزيزيه بفرنسا الى أسفل دب له جبهة متقهقرة كان يعيش فى العصر الجليدى ولا يزال موجودا حتى الآن ٠ طول الرسم الأعلى ١٠ بوصات والاسفل ١٢ بوصة استخدم الفنان اللون الأسود فى الفن ٠ الرسم الأسفل من سانتيماميفى بالقرب من سانتندير باسبانيا ٠



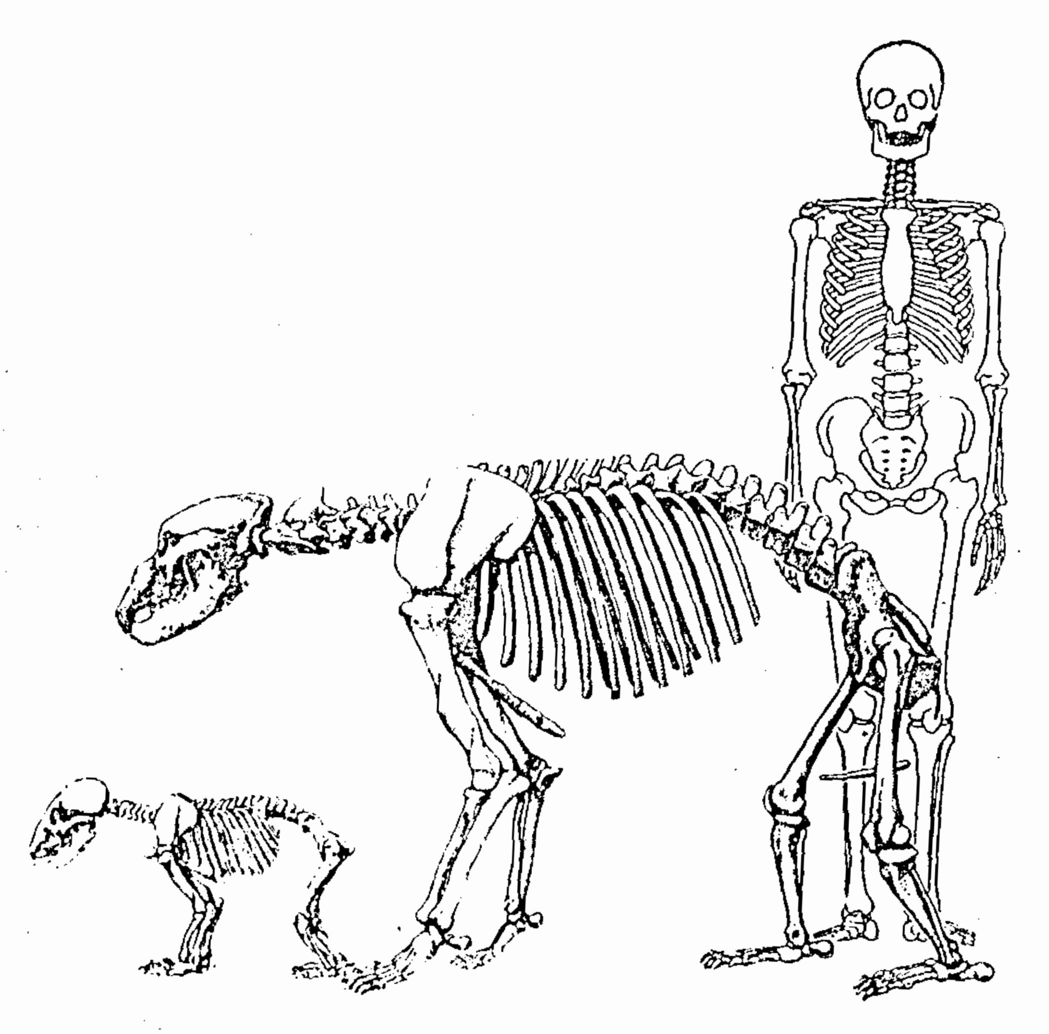
عثر فيها على حفريات هذا الدب . كونت حفريات الدب ٩٠٪ أو حتى ٩٩٪ مما وجد فيها من حفريات · وعثر على أكبر عدد منها فى اقليم ستايرمارك النمسوى ، فى كهف بالقرب من مكسنتز Mixnitz يعرف باسم كهف ماوى التنين · وقد اشتملت رواسبه على ما لا يقل عن ٣٠٠٠٠ر٣٠ حفرية ·

وهذا النوع من الدببة ـ بالمقياس الباليونتولوجى ـ نوع تاريخه قصير · وربما تطور دب الكهوف فى الوقت الذى يقع بالقرب من نهاية الفترة الجليدية الثانية فى عصر البلايستوسين · أى فى فترة المندل التى بدأت منذ نحو ٠٠٠ر٧٠٠ سنة مضت · وقد عثر على عظام لنوع اقدم منه ، ربما كان من اسلافه فى رواسب اقدم · كما أن رواسب الفترة التالية غير الجليدية (بين المندل والرس) لم تكن تحتوى على حفريات هذا الدب · الا انه عثر على جمجمة دب فى سوانسكومب بانجلترا ، بها احدى خصائص دب الكهف كما عثر على جمجمة اخرى ترجع لنفس العصر فى كهف فى فرتمبرج بالمانيا ·

ان مواقع ترجع الى عصر البلايستوسين الأعلى هى التى احتوت على رواسب فيها حفريات هذا الدب بكميات وفيرة · فمثلا البقايا الكثيرة لهذا الدب التى عثر عليها فى كهف ماوى التنين ، وجدت فى رواسب آخر عصر جليدى فى البلايستوسين ، وهى فترة فرم التى بلغ طولها ٠٠٠ر٦٠ سنة والتى انتهت منذ حوالى ٠٠٠ر١٢ سنة مضت · وتدل هذه البقايا وغيرها من البقايا القديمة أن هذا النوع من الدببة ازدهر فى أواخر البلايستوسين · الا أنه مع انتهاء جليد الفرم ، أو على الاكثر بعد ذلك ببضعة مئات من السنين اصبح هذا النوع منقرضا · فماذا يستطيع السجل الحفرى أن يخبرنا عنه ، وماذا يستطيع أن يدركه عن حياة دب الكهف ؟ وكيف تعلل اختفاءه النهائى ؟

قام كورت اهرنبرج من متحف فينا للتاريخ الطبيعى بدراسة مفصلة لآلاف من حفريات كهف ماوى التنين · وتقدم نتائجه صورة حية لحياة هذا الدب · واكثر ما وجد فى هذا المكان كانت اسنانه · وقد وجد اهرنبرج اسنانا لبنية لدببة صغيرة حديثة الولادة ، بل وبعض الدببة غير مكتملة النمو ـ وكانت هذه الأسنان متوفرة بكثرة نسبية · وهذه الحفريات تدل على ان الدببة كانت تاوى الى هذا الكهف لتقضى فترة الشتاء · ففى هذا الفصل فقط تجهض الدببة الحالية التى تعيش فى النطاق المعتدل حملها من الصغار ، ولا سبب للاعتقاد أن هذا لم يكن حدثا فى ذلك العصر بالنسبة لدب الكهوف · فالآلاف من الأسنان اللبنية التى عثر عليها فى هذا الكهف هى بقايا الصغار التى لم تر الضوء ابدا خارج الكهف · ولم يتبق من هذه الصغار سوى أسنانها لأن عظامها هشة جدا · وقد نجح اهرنبرج فى استعادة هيكل عظمى كامل تقريبا لدب كهف عمره سبعة اشهر ، وهى فى حجم جرو سان برنارد ، لا يكاد يصل طوله الى قدمين ، وارتفاعه الى قدم واحد وذلك من رواسب كهفية أخرى فى ستايرمارك (انظر الشكل) ·

أما الدببة التى مر عليها حول كامل ، اى التى قضت صيفا خارج الكهف قبل ان تعود لتشتى فيه فانها تكون المجموعة العمرية الثانية فى حفريات الكهف • وكان قليل منها لا يزال يحتفظ ببعض الأسنان اللبنية . ولكن اغلبها بدات اسنانها الدائمة فى الظهور • وعظام هذه الدببة التى عمرها سنة نادرة جدا مثل عظام الصغار التى أسقطت قبل اكتمال نموها • وليس هناك اى دليل على وجود مرض يقضى على أعمار الصغار بحيث لم تكتمل عامين من حياتها •



هياكل عظمية لدب الكهف ـ لذكر بالغ . طوله حوالى ٥ اقدام من الأنف الى الذيل وارتفاعه ٤ اقدام ، من مجموعة معهد سمشونيان • وهيكل لشبل عمره سبعة أشهر طوله قدمان وارتفاعه قدم واحد • من مجموعة متحف التاريخ الطبيعى فى فينا وهيكل عظمى لانسان (لأجل المقارنة) طوله ٥ أقدام و ١٠ بوصات • وترى عظمة الذكر بين قدمى الدب الخلفيتين وكثير منها وجد مشروخا فى حياة الدب •

وتعرف اهرنبرج الى فئتين عمريتين ايضا . فترة عمرها عامان وأخرى عمرها ثلاثة أعوام . ولكن بعد ذلك وجد من الصعب التعرف على اعمار الدببة البالغة جنسيا ولم يجد تعدادا تفصيليا لحفريات كهف ماوى التنين . الا أن الدراسات التى تمت فى كهوف اخرى تبين أن ٧٠٪ من الحفريات لأشبال هلكت قبل أن تصل الى سن البلوغ أى الى الرابعة أو الخامسة من العمر . وأن ٢٠٪ منها لدببة هلكت وهى عجوز . وقليل منها تمثل دببة وهى فى شرخ شبابها ، واصيبت بعجز أو مرض ما . وواضح انه ما أن يصل الشبل الى سن البلوغ ، فانه قد يصل الى ١٥ سنة من العمر أو نحـــو ذلك . ويبدو أن معدل وفيات الدببة على الاجمال كان ٢٠٪ .

وكانت دببة الكهف طليقة معظم السنة ، ولم تكن تأوى الى الكهف الا فى شهور الشتاء . وما أن يأتى الربيع حتى تنتشر ، تخرج الذكور وحدها ، وتتبعها الاناث مع ما عمر من الأشبال . وتبدأ فصلا من الأكل وتخزين الدهن . ويبدو أن غذاءها كان نباتيا فى اغلبه ، وذلك من دراسة أسنانها من حيث التركيب وما اعتراها من بلى . ففى الدببة اكلة اللحم مثل الدب القطبى يصغر حجم الضرس الداخلى ، بينما تزداد حدة اربع أسنان ضاحكة وهذه الأسنان الحـــادة تمكن الحيوان من تمزيق الفريسة والتهامها . أما فى دب الكهف فقد كانت أسنانه على عكس ذلك تماما . فأســـنانها الداخلية كبيرة ، وأطراف أسنانها الحادة عند الدب القطبى ثلمة . كما أن الأسنان الداخلية عند دب الكهف بالية تماما . فقد طحنت تيجان الأضراس ، وفى بعضها انمحت تماما حتى جـــذورها .

ورغم أن اناث الدببة كانت اصغر حجما من ذكورها ، الا انها كانت حيوانات ضخمة . وهى فى نفس حجم الدب العادى من الانف الى الذيل ، ولكن اجسامها كانت اثقل حجما . وكانت لها صدور تشبه البراميل . وكانت مخالبها عريضة ولكنها قصيرة وكان مظهرها وحشيا اكثر من مظهر الدب القطبى . وكانت اظهر صفاته على الاطلاق، وهى صفة شوهدت فى جميع حفرياتها الا القليل منها ، وهو جبهته المستديرة . وهذه البروز فى الجبهة لم يكن ناشئا عن اى كبر فى صندوق المخ ، بل كان ناشئا من تضخم تجويف الأنف . وهذا زاد ارتفاع الجمجمة ، وهذا امد عضـــلات الصدغ المرتبطة بالفك الأسفل بقوة رائعة . وكانت الجمجمـــة المرتفعـــة ذات فائدة للدب حيث انه يستخدم الأسنان الداخلية فى المضغ .

وعند نهاية فصل الغذاء ، يختار الدب كهفا يأوى اليه فى الشتاء . ولا يوجـــد فى الكهف ما يدل على حدوث فصل بين الجنسين . ولم يختلف دب الكهف عن الثدييات الأخرى حيث النسبة الجنسية فيها متعادلة . ولذلك فاننا نجد فى معظم الكهـــوف نصف الحفريات لذكور ونصفها لاناث . غير أن هذه القاعدة لم تكن مطردة فى جميـــع

الأحوال • ففى الطبقات العليا لكهف ماوى التنين كان عدد الذكور يفوق عدد الاناث بنسبة ثلاثة الى واحد • اما النسبة فى مجموعة الحفريات كلها فكانت ٦٠٪ من الذكور و ٤٠٪ من الاناث • وفى كيوفاول تول فى اسبانيا كان ٥٢٪ من الحفريات للذكور • وفى كوتنشر بسويسرة كانت نسبة الذكور ٤٨٪ . وفى جوندنانوس ومونتليفو وسان برا فى فرنسا كانت النسب ٤٤ و ٣٢ و ٢٨٪ على الترتيب • ويبدو أن الاناث كانت تفضل الكهوف الصغيرة ، بينما الذكور كانت تفضل الكهوف الكبيرة • وربما كانت الاناث مع صغارها كانت تفضل الكهوف الصغيرة ليسهل الدفاع عنها اذا ظهر خطر ما •

واحيانا لا نجد تفسيرا لهذه النسبة • فربما عكست عاملا بشريا وليس انتخابا طبيعيا • فمثلا ازيلت الأتربة من كهف هوهلشتاين فى المانيا ، فى القرن ١٩ على يد مجموعة من متحف ستوتجارت للتاريخ الطبيعى بالاشتراك مع بعض هواة جمع الحفريات ، وقد قسمت الحفريات بين المتحف وهؤلاء الهواة ، وترك للمتحف اختيار ما يريد منها وضاع أثر معظم الهواة ومن ثم فلن تعرف النسبة الجنسية لدببة هذا الكهف • وفى عملية أخرى لهذا المتحف ترك الخيار للهواة ، وكانت النتيجة أن المتحف لم يحتفظ الا بحفريات الاناث • وقد يصل عالم من علماء الحفريات اذا فحص هذه المجموعة دون أن يعرف تاريخ الكشف عنها الى نتيجة غريبة وهى أن دببة هذا الكهف كانت قزمية •

كانت حياة الدببة كما أوضحتها الحفريات بسيطة ، دورة سنوية من التجول بحثا عن الطعام فى الربيع والصيف واللجوء الى الكهوف للبيات الشتوى • وما أن يتعدى الدب أخطار الطفولة حتى تتاح له فرصة اكمال دورته ويعيش عشرة أو عشرين عاما • ولا يلجأ الدب الى نفس الكهف مرتين متتاليتين الا نادرا • ورغم هذا فعدد البقايا الحفرية الكبير فى عدد من الكهوف يدل على أن القليل منها كان يترك شاغرا مدة طويلة •

لماذا كانت الصغار وكبار السن هى المعرضة للموت شتاء ؟ لابد أن الدببة فى هذا السن لم تنجح فى قضاء صيف ناجح . ومن ثم عجزت عن أن تبنى كمية كافية من الشحم فى أبدانها ، تكفيها طوال شتاء العصر الجليدى القارس البرد الطويل • ولذلك فمن السهل أن نفهم كيف لاقت الدببة الهرمة حتفها • فضروسها التى بليت تماما لا تمكنها من مضغ كميات كبيرة اضافية من الطعام فى فصل الشتاء • ومن ثم أصبحت غير مهياة تماما للبيات الشتوى •

أما عن معدل الوفيات المرتفع بين الدببة غير البالغة فربما يرجع الى عدم خبرتها فى تخزين الطعام صيفا • وربما لعبت الحوادث والمرض والتصارع دورا فى هذه

الوفيات . وقد استطاع الباثولوجى النمسوى رتشارد برود ان يحلل عظام الدببة ويصل الى ان وفياتها كانت بسبب مرض معين كان يصيب الكهوف . ووجد أيضا نقصا فى الغدد الدرقية وليذا فى العظام أصاب عظام الاطراف والعمود الفقارى ، وكساحا وتسوسا فى الأسنان وتلفا أصاب الفك بالالتهاب . فمثلا احدى الجماجم التى حفظت جيدا واستخرجت من أحد الكهوف السويسرية ، والتى اضعها أمامى وأنا أكتب صاحبها دب قوى شاب لا تزيد سنه عن خمسة أو ستة أعوام . فى هذه الجمجمة أحد الانيـاب مكسور . وهناك آثار التهابات حادة عند جذره . فاذا كان الفك المصاب يعنى صيفا سيئا ، فربما كان الناب المكسور هو سبب وفاة هذا الدب . واذا أصيبت أم مرضعة بمثل هذا المرض ، فلابد وأن تكون العاقبة وخيمة عليها وعلى صغارها .

ولابد وأن الحوادث تسببت فى عدد اقل بكثير من الوفيات . ولكن هناك ادلة على حدوث سقوط قطع من الصخر من اسقف الكهف تسببت فى هلاك بعض الدببة . ويبين كهف كليلنروت بالقرب من فرتزبرج سببا آخر للوفاة ، وهو سقوط الدببة فى مهاوى داخل الكهوف ، وهلاكها فور سقوطها أو جوعا عندما عجزت عن الصعود .

وقلما مات دب على يد حيوان آخر . فالدب المكتمل النمو صحيح البدن من القوة بحيث لا يقع فريسة بين يدى حيوان مفترس آخر كان يعيش فى العصر الجليدى . والحيوان الوحيد الذى كان يمكن أن يهدد الدب من حيث الحجم فى أواخر البلايستوسين هو سبع الكهف Felis leo spelasa والفهد Felis pardus . وليس معروفا بين الأنواع الحالية ان الدببة والأسود والفهود تتصارع وليس هناك دليل على أن الحال كان يختلف بين وحوش العصر الجليدى والوحوش الحالية .

وهناك أدلة على حدوث شجار بين الدببة المتنافسة على الاناث فى وقت التكاثر ، والدب مثل كثير من الثدييات آكلة اللحم الحالية له عظمة فى ذكره . وعندما توجـد هذه العظمة الهشة مكسورة فان هذا يدل على حدوث شجار بين الحيوانات فى وقت السفاد . واذا حدثت اصابات شديدة فى فصل الصيف فانها تودى بحياة الحيـوان فى فصل الشتاء التالى . ولم يكن من المستبعد ايضا أن تهلك بعض الصغار لأنهـا اعترضت طريق دب غاضب ، فهذا يحدث أيضا اليوم .

ووجود بقايا ضخمة للدببة فى الكهوف ربما كان دليلا على انها دخلت اثنـاء أواخر البلايستوسين عصر انفجار سكانى . ولكن مثل هذه النتيجة خاطئة ولا حاجة مطلقا لهذا الفرض كما بين ولفجانج من جامعة فرايبورج . فمثلا اذا اخذنا الحفريات الضخمة الموجودة فى كهف ماوى التنين — وهو من أكثر الكهوف ازدحاما بالحفريات، فاننا نجد أن معدل الوفيات فى هذا الكهف عاما بعد عام على مدى ٦٠٫٠٠٠ سنة كفيلة بان تملأه بالحفريات .

فاذا حسبنا معدل وفيات قدره ٢٠٪ فى السنة . فكم يكون عدد الدببة اللازمة لترك هذه الهياكل كلها فى مدى ذلك العمر الطويل ؟ وان التعداد الذى تم فى كهف مـاوى التنين يبين أن عدد الوفيات لم يزد عن اثنين او ثلاثة فى السنة ، قل مثلا دبة مع شبل أو اثنين ، أو بعض الذكور فى عام آخر · وتراكم العظام كان قليلا فى كهوف اخرى ، لابد أنها مخلفات عدد أقل من الدببة · فالنتيجة التى تنتهى الينا اذن عكسية تماما ، فلم يكن هناك مطلقا انفجار سكانى ، بل كان عدد الدببة صغيرا ·

وفى هذه النقطة يجدر بنا أن نؤكد نقطة هامة فى المعرفة بالبانتولوجيا · وهى أن العظام التى تحفظ وتصبح حفريات ، هى عظام هياكل كانت محمية ضد عـوامل الهدم بعد موت أصحابها · ومثل هذه الحماية تكفلها عوامل أخرى ، مثل الغرق فى مستنقع ، أو الدفن تحت طوفان من القار أو الرماد البركانى أو ـ كما هى الحال هنا ـ الاختفاء فى كهف ، ويبدو واضحا الآن أن معظم الحفريات التى عثرنا عليها فى الكهوف كانت تأوى الى الكهوف فى فصل الشتاء · ومن المحتمل أيضا أن عددا قليلا من الدببة البالغة مات قبل أن تهرم · ونحن نسلم أن الدببة التى هلكت خارج الكهف كانت فرصتها فى الحفظ قليلة · ومن ثم فمقدرتنا على تقدير اعداد الدببة فى ذلك الحين محدودة جدا · ورغم ذلك فأجسام الدببة الضخمة البالغة توحى بأن معدل وفياتها كان منخفضا فى هذه المرحلة من عمرها · واخيرا فان السجل الحفرى فى الكهوف يحفظ لنا عددا لا بأس به من عظام الدببة الهرمة · فهذه الدببة تكون عادة قد فقدت أسنانها وغالبا ما تكون قد تضورت جوعا · واذا ما قارنا عدد بقايا الدببة التى هلكت قبل أن تصـل الى سن البلوغ بالعدد الأقل التى هلكت وهى هرمة ، فان هذا يعطى مؤشرا الى أن العدد الأخير هو الذى يدل على معدل الوفيات الحقيقى بين دب الكهف فى ذلك الوقت. اذ انه يمثل نسبة مئوية عالية من عدد كل الدببة · فاذا كان هذا التفسير صحيحا ، وان كهوف أوروبا قد احتفظت بنظام الدببة التى أوت اليها خلال العصر الجليدى . فان هذا يقربنا كثيرا من تفسير وجود كميات هائلة من الحفريات فى الكهوف · وربما كان هذا ايضا مثال لحفظ النوع كما ينبه سجل حفرى فريد ·

فما هى الأسباب الرئيسية التى أدت الى انقراض دب الكهف هذا ؟ من هــذه الأسباب أن هذا الدب كان يسكن منطقة جغرافية محدودة جدا بشكل ملحوظ · اذا ما قورنت أوطان أنواع الدببة الأخرى · فمثلا نطاق دب الكهف فى بريطانيا ينحصر فى شريط صغير بجنوبى انجلترة · كما أن توغله فى أسبانيا كان محدودا · وكان معروفا أيضا فى جنوب مونت كاسينو فى ايطاليا وفى جنوبى مقدونيا باليونان . وشمالى خط عرض ٥١° شمالا فى بقية أوروبا · وأقصى بعد شرقى له كان يمتد على طول شريط ضيق من شرقى بحر آزوف حتى قرب بحر قزوين · وقد كان المجال الجغرافى للدببة السالفة

له وهـــو Ursus minimus فى عصر البـــلايوسين و Ursus etruscus (الدب الاتروسكى) فى أوائل البلايستوسين اوروبيا اساسا ٠ اما الدببة الأخرى التى انحدرت منها . وهما الدب الاسيوى والدب الامريكى الأسود والدب البنى العالمى فقد كان مجالها الجغرافى أكثر اتساعا ٠

ولم تكن دببة الكهف كنوع محدودة الانتشار فحسب بل كان أفراد الدببة نفسها - بعكس الحيوانات المفترسة الضخمة الأولى - مجـال حركتها ضيقا ٠ والدليل على ذلك وجود عدد من السلالات بين هذا الدب وكان معظمها يتميز بأحجامها الصغيرة ٠ فهذه الحيوانات - بعكس الحفريات المختارة لمتحف ستوتجارت من كهف سبيل - كانت قزمة ٠ فذكورها كانت فى حجم الأنثى العادية . بينما كانت الانثى أصغر حجما ايضا٠ وهناك جمجمة دب ترجع الى فترة مندل رس غير الجليدية ووجدت فى سوانسكومب ، وهى جمجمة لدب قزم ٠ وتمثل انثى هذا الدب القزم جمجمة اخرى عثر عليها فى المستوى الأسفل لكهف كنت فى توركى ٠ وهى اصغر جمجمة لدب كهف عثر عليها حتى الآن ٠

ورواسب الكهف النمسوية التى ترجع الى أواخر البلايستوسين معروف بانهـــا تنتمى الى سلالة قزمية للدببة . وهى تكون لغزا محيرا لنا ٠ واذا كان لنا أن نختـــار بعض مقاييس لأحجام هذا الحيوان . مثل طول تاج الضرس العلوى الأخير ، وتحدد هذه المقاييس لكل من الدببة القزمية النمسوية حسب الارتفاع الذى وجدت فيه ٠ فاننا سنجد علاقة سلبية لا شك فيها ٠ فالمقاييس تتراوح بين متوسط ٥ر٤٥ ملليمتر عند ارتفاع ١٠٠٠ مترا فوق سطح البحر الى ٤٠ ملليمتر عند ارتفاع ٢٢٠٠ مترا ٠ وواضح أن حجم الدب يزداد صغرا كلما ازداد موطنه ارتفاعا ٠

كيف يمكن أن تفسر هذه النتائج ؟ هل تفسير ذلك أن الدببة كانت تصنف أنفسها حسب الحجم والارتفاع . ليس هذا فحسب . بل أن من النادر ما كان يصعد دب الاودية الى أعلا الجبل للتزاوج ٠ ولكن من المنطقى أن نقول أن الدببة الضخمة لم تكن تعيش فى نفس الوقت الذى كانت تعيش فيه الدببة القزمة ٠ ومن المحتمل أن الدببة القـــزمة ازدهرت فقط خلال الفترات الدفيئة . عندما كان من الممكن الصعود الى أعالى جبـال الألب حيث وجدت بقاياها ٠

ولم تكن نتيجة العزلة هى القزمية فى كل الحالات ٠ فالطبقات العليا من كهف كنت ومن هوكى هول . وهو كهف آخر يرجع الى البلايستوسين الأعلى فى انجلتره . تحتوى على حفريات لدب الكهف يمكن أن تعتبر عملاقة ٠ ومهما يكن من أمر هـــذه السلالات قزمة أو غير قزمة فان نموها يعكس ظروف المكان الذى نشأت فيـــه

وعاداتها الثابتة وعزلتها الزواجية ولدور الاتصـــال بين جماعاتها بعضها والبعض الآخر . فهى كانت متناثرة مبعثرة ٠

فهذا نوع اذن محدد المجال . بل انه فوق ذلك مقسم الى عدد من السلالات المنعزلة لابد وأن يكون غير مهيأ لأن يتعامل مع اى تغيرات مناخية عنيفة تحدث للبيئة ٠ فالالف الأخيرة من العصر الجليدى الذى شهد متلارا اوروبا يتكون اساسا من التندرا والتاييجا دون القطبيـــة والســـهوب المعتدلة والبـــاردة التى تحـــولت الى نطـــاق من الغابات المعتدلة . قد جلبت معها هذه الصدمة الانقلابية ٠ وقد بدأ الدب فى نفس الوقت فى الاختفاء من كثير من الاماكن ٠ وربما اختفت بعض الجماعات المنعزلة حتى قبـــل التغير العنيف فى البيئة . فعندما يهبط عدد الحيوان فى مكان ما عن حد معين ، فان الحيوانات المتبقية تصبح عرضة للاندثار ٠

وهناك بعض القرائن تؤيد الغرض القائل أن انقراض هذا الدب يرجع الى تغيـر البيئة ٠ وقد اكتشف رودلف موسيل من المتحف البافارى فى برنو شيئا هاما يتعـــلق بالبقايا الحفرية الموجودة فى تشيكوسلوفاكيا وجد أن معدل الوفيات بين الصـــغار يزداد فى الطبقات العليا ٠ وحيث أن معدل وفياتها عند الميلاد كانت ٧٠٪ ، فان ازدياد معدل وفيات الصغار ليدل على ضغوط بيئية ٠ وهذه بدورها قد تكفى لانقراضها ٠

هل كان لانسان العصر الحجرى القديم يد فى اختفاء هذا الدب ؟ أكبر الظن أن أثره كان غير مباشر ٠ وتدل النقوش والتماثيل التى عثر عليها على أن الانســـــان الأوروبى كان يعـــرف هـــذا الـــدب والـــدب البنى أيضـــا ، وربمـــا هاجم الصيادون فى العصر الحجرى القديم دب الكهوف . فبعض جماجمها تبين آثار ضرب بالحجارة وبالسهام الحجرية ٠ غير أن القرائن المتعلقة بالصيد نادرة على أى حـــال ، فانقراضها بفعل الانسان اذن كان بعيد الاحتمال ٠ وهناك عظام دببة تبين أنها بقايا عمليات صيد حدثت فى العصر الحجرى القديم ، ولكنها كلها كانت للدببة البنية ولم يكن منها شيء لدب الكهوف ٠

لقد قيل الكثير عن وجود «عبادة الدب» بين شعوب العصر الحجرى القديم الأعلى فى أوروبا ٠ وكل القرائن التى جمعت عن هذه العبادة يمكن تفسيرها بسهولة على وجه آخر فمثلا وجود جماجم الدببة فى كوات وأرفف فى الكهوف كأنمـــا وضعها الانســـان فى هذه المواضع ٠ وقد بين كوبى . الباليتنولوجى السويسرى أنه لا حاجة بنا لهـــذا الافتراض . اذا أخذنا فى الاعتبار ما يحدث عاما بعد عام من أحداث طبيعية ٠ فعندما يحل الشتاء تأوى الدببة الى كهوف كانت قد دخلتها دببة أخرى من قبل ٠ وعند نهـــاية الصيف تكون الحيوانات الناهشة آكلة الرمم قد نظفت الجماجم والجثث مما عليها من

لحم وشحم . وتختلط الهياكل والجماجم بما تلعقه الضباع والذئاب . وعندما يأتى الدببة فى الكهف تدوس على بقايا الدببة السابقة او تزيحها من أماكنها لكى تهيىء لأنفسها مكانا للبيات الشتوى . ويسمى كوربى هذه العملية بالنقل الجاف . ويعتقد كوربى أن هذه الفوضى التى تحدثها الحيوانات داخل الكهوف يمكن أن تفسر وجود جبانات الدببة ، ووجود أدلة أخرى يعتمد عليها من يقول بوجود « عبادة الدب » مثل وجود عظام الأطراف مع الجماجم ، أو وجودها مفروشة فى تجويف العين أو فتحة الأنف أو العمود الفقارى .

ومن الأدلة الأخرى التى يقول بها أصحاب نظرية عبادة الدب وجود تمثال لدب بدون رأس بالحجم الطبيعى فى كهف مونتسبان فى البرانس الفرنسية . ومهما يكن من أمر هذا الدب الطينى ، واعتباره مثالا على فنون انسان العصر الحجرى القديم الأعلى، فهناك أعمال فنية أخرى قد تكون أكثر أهمية استخدم فيها حيوانات اخرى غير دب الكهف .

وقد قام بهذا الاكتشاف عالم ما قبل التاريخى السويسرى اميل باشلير فى كهف دراخنلوخ فى العشرينيات . وهذا الكهف قريب من فاتيس فى وادى تامينا . وقد وجد باشلير عددا من الكوات تشبه اللحود تغطيها قطع من الحجارة . وقد نشر عام ١٩٢٣ رسما يوضح واحدا من هذه اللحود ، تتضمن رسما لجمجمتين لدبين وهما فى وضع جانبى . وهنا أيضا دحض كوربى هذه النظرية . ونشر بدوره عام ١٩٤٠ رسما للحد، وفيه ست جماجم وليس جمجمتين وهى ترى من الأمام وليس من الجنب ، ولكن يجب أن نذكر بكل انصاف أن هذا النقد لا ينفى مطلقا ملاحظة باشلير الأساسية .

وماذا ، رغم كل الشكوك ، لو قبلنا نظرية انتشار عبادة الدب فى نهاية العصر الجليدى ؟ فهل تدل الجماجم والهياكل التى عثرنا عليها أنها بقايا ما كان يقوم الانسان بصيده وذبحه والابقاء عليه من بقاياه من الدب الذى كان يعرفه الانسان فى ذلك الحين. ولكن العدد الضخم من الهياكل والجماجم التى عثر عليها تجعل هذا الاحتمال بعيدا . فحتى لو كانت هذه العبادة موجودة فما كان لها أن تؤثر فى عدد الدببة أو تنتج هذه الحفريات الضخمة العدد .

لقد كان الانسان ينافس الدب فى اتخاذ الكهوف مأوى له . وربما ساعد ذلك على سرعة انقراض الدب . ويبدو أن هذا الدب ، على عكس بقية الدببة لم يكن تستطيع أن تشتى فى حفر . بل كانت تلجأ الى الكهوف ، وكانت تعتمد عليها اعتمادا تاما . ولم يكن الانسان فى العصر الحجرى القديم الأعلى يأوى الى كل كهف بطبيعة الحال .

وعلى الرغم من هذا فمنافسة الانسان للدب فى سكنى الكهوف كانت كفيلة بتقليل عدد الدببة الى دون الحد الأدنى الذى يكفى لبقائها وحفظها من الاندثار ٠ وأخيرا فان هذا العامل البشرى ربما ساعد العامل الطبيعى الأصلى وهو تغير البيئة وما أحدثه هذا من ضغط على الدببة ، وهذا التغير المناخى والبيئى الذى ميز نهاية العصر الجليدى هـــو الذى أدى الى اندثار دب الكهف ٠

١٦ ـ الانسان منتصب القامة

وليم و · هاولم

نوفمبر ١٩٦٦

هذا النوع الذى كان يعرف حتى وقت قريب
باسماء اخرى ، وربما كان السلف المباشر
للانسان الحديث ويبـــــدو الآن ان مرحلة
الانتقال هذه حدثت منذ ٥٠٠٫٠٠٠ سنة ·

****

فى عام ١٨٩١ كان ايوجين ديبوا Eugine Dubois ، وهو عالم تشريح هولندى شاب ، قدر له ان يكتشف الانسان القديم ، يفحص طبقة من الجص غنية بالحفسريات، على ضفاف نهر صولو فى جاوة · فعثر على بغيته : جمجمة بشرية عتيقة · وفى العام التالى عثر فى نفس التكوينات على عظمة فخذ بشرية · وكان هذان الكشفان، اللذان يعرف تاريخهما الآن ويقدران بنحـو ٧٠٠٫٠٠٠ سنة ، اول كشفين عثر عليهمـا لانسان عصر ما قبل التاريخ الذى يعرف اليوم باسم الانسان منتصب القامة

ونحن الآن تقريبا فى العام الخامس والسبعين منذ اكتشاف هذين الكشفين ، نستعيد كيف اتسع ادراكنا لهذا الكشف ، وكيف ادت الكشوف الحفرية الأخرى الى ان توضح عراقة هذا النوع البشرى ، وبيان صفاته الأخرى ، بوصفه مرحلة أساسية فى تطـــور الانسان · ومن المهم أيضا ، وان كان بدرجة اقل ، ان نفهم كيف قبلت التسمية الحديثة ـ منتصب القامة ـ عند جمهور العالم ، بعد مرور فترة طويلة كانت الأسماء «العلمية» خاضعة لأهواء العلماء ·

لقد استقبل الانسان اسمه العلمى اول مرة عندما اطلق كارلوس لينايوس عـام ١٧٥٨ عليه اسم الانسان العاقل Homo Sapiens لقد اراد لينايوس ببســاطة ان ينظم القاموس العلمى للاحياء ، بان يميز كل نوع نباتي أو حيواني من بين الأنواع الأخرى ، وبأن يرتبها جميعا فى نظام هرمى · فلما جاء للبشر ، اعتبرهم جميعا نوعا واحدا وكان محقا فى هذا ، وقد شهد القرنان اللذان تليا لينايوس اولا قيام نظـرية التطور وثانيا الاعتراف بالأساس الجينى (الوراثى) لهذه النظرية ، بمعنى اخر ان الافكار الخاصة بعلاقة الأنواع بعضها بالبعض الآخر بوصفها وحدات حيــاة النبــات والحيوان قد أصبحت فى غاية التعقيد · فمثلا من الممكن ان يكون نوع ما نوعين جديدين أو اكثر ، مما كان لينايوس يعتبره مستحيلا ، وتعريف النوع الحديث انه يتكون من مجموعة افراد قد تختلف اختلافا بسيطا فى الشكل أو اللون ولكنهــا تتفق مع غيرها فى صفات جينية genetic · ومن ثم تشترك معها فى رصيد واحد من المورثات، ومن ثم تستطيع التزاوج فيما بينها · ولكن اذا اختلفت مجموعتان اختلافا كبيرا فى تركيبها الوراثى ، بحيث لا يستطيع افراد كل منهما التزاوج مع الآخر ، عندئذ تنفصل كل منهما عن الأخرى وتصبح نوعا مستقلا · ويحدث دائما ـ على مدى عدد كبير من الأجيال ـ أن يحدث تغيير معين فى نفس المجموعة ، حتى يصبح شكلها المتأخر نوعا مختلفا عن شكلها الأقدم · ولكن مثل هذا التغير لا يمكن اخضاعه لتجربة التزاوج ولكن يمكن الحكم عليه من دراسة الحفريات ·

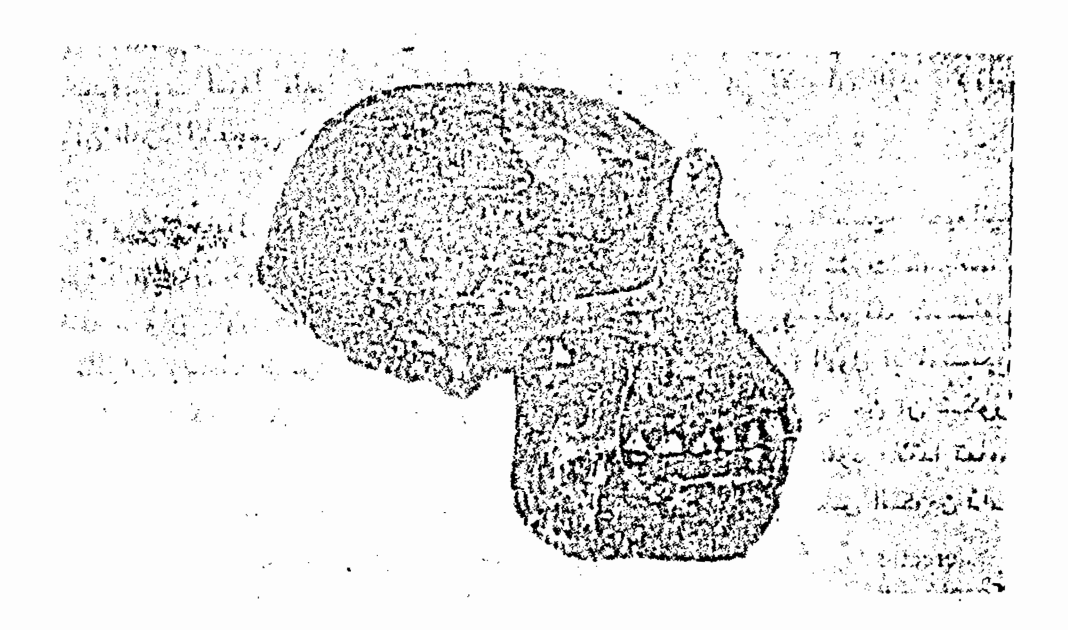
فى حالة الانسان ، لا داعى لمناقشة رأى لينايوس عن الانسان العاقل · فهذا نوع متميز · غير أن لينايوس لم يكن ميالا لنظرية التطور · فهو لم يشاهد قط حفرية لانسان، ولم يتصور انسانا يختلف عن الانسان الحالى · وكان استخدام تقسيم لينايوس ما بين زمانه وزماننا ، على الانسان فى الماضى والحاضر مباراة حقيقية · وعندما فهم العلماء نظرية التطور ، اعتقدوا أن لابد للانسان الحالى من أسلاف · وكانوا على استعداد لتقبل فكرة اكتشاف هؤلاء الأسلاف وربما كان اشدهم تفاؤلا فى هذا هـــو ارنست هايكل · هذا العالم الذى لم يكن بين يديه الا حفرية عثر عليها قبل زمانه بنحو ٢٥ عاما فى وادى نياندر فى المانيا ولكنه اسرع برسم خط لتطور الانسان · وبدأ الخط بمخلوق مفترض هو قردة الميوسين المنقرضة ، وانتهى بالانسان العاقل ، مرورا بمجموعة

خيالية من الانسان Pithecanthropus alalus ومجموعة من بشر اكثر تقدما ولكنهم لا يستطيعون الكلام اسماها الالى Alali اى الأعجمى . وقد تصور أن هـذه المجموعة هى التى انحدر منها الانسان العاقل (أنظر الرسم) · هذا هو المخـلوق الذى تصوره ارنست هايكل ومواطناه اوجست شلايخر وجابرييل ماكس · وقد رسـم ماكس صـورة العـائلة البشرية كمـا تصـورها ، واطلق على هـذا المخلوق الذى لم يكتشف بعد اسما علميا محترما على طريقة لينايوس . هو الانسان القرد الآلالى الانسان القرد الأعجمى ·

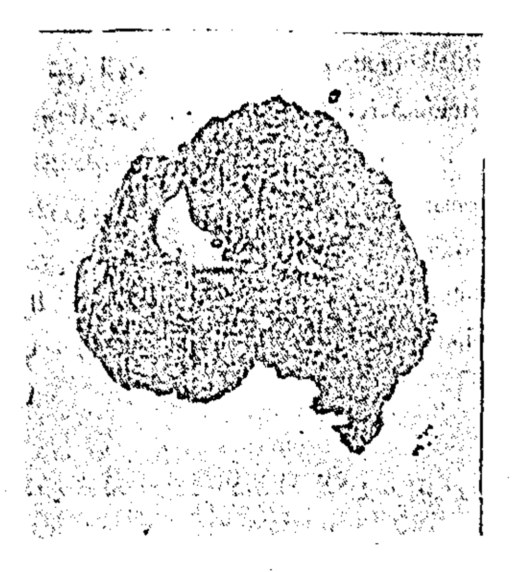
ولو كان هايكل حيا اليوم ما فعل شيئا كهذا · فمن مستلزمات التسمية الحيوانية العلمية الآن ، أن يكون المخلوق المراد تسميته وتعيين جنسه ونوعه قد نشرت خصائصه وصفاته . وأن يكون هناك عينات فعلية تم عليها هذا النشر مع وصف تام شـامل يبرر انفراده بصفات نوعية · وقد كفى ديبوا هايكل الحرج ، اذ أن الاول قد أسـبغ الاسم الذى صكه هايكل على انسان جاوه · وقد كانت الجمجمة اكبر من أن تـكون جمجمة قرد واصغر من أن تكون جمجمة انسان ، وكان اسم الانسان القرد ملائما تماما لها · كما انه من ناحية اخرى كانت عظمة الفخذ التى عثر عليها فى نفس التكوين ذات صفات حديثة · ولذلك اعطى ديبـوا كشفه اسم منتصب القـامة erectus . وقد تاكدت شرعية هذا الكشف بعثور ج·هـ·ر· فون كونجزوالد Koenigswald على حفريات تنتمى لنفس الانسان ، بل اقدم منه فى نفس المكان اى فى جاوه فيما بين عامى ١٩٣٦ و ١٩٣٩ ·

وفى خلال الخمسين عاما التى انقضت ما بين كشف ديبوا ونشوب الحرب العالمية الثانية ظهرت كشوف حفرية هامة للانسان · واهم هـذه الكشوف من وجهة نظرنا (وبعضها الصق به تسميات مشتقة من تصنيف لينايوس) هى (١) الفك الأسفل الذى وجد فى ماور بالمانيا عام ١٩٠٧ (انسان هيدلبرج Homo Heidelbergensis أو الانسان العتيق Palaeanthropus (٢) الجمجمة التى تكاد تكون كاملة والتى وجدت فى بروكن هل فى روديسيا عام ١٩٢١ Homo Rhodensiensis و (٣) بعض بقايا مختلفة عثر عليها فى بكين بالصين ، بدءا من سنة واحدة عام ١٩٢٣ واخيرا مجموعة تشتمل على ٢٤ رجلا وامراة وطفلا حتى عام ١٩٣٧ Sinanthropus Pekinensis انسان الصين البكينى و (٤) جمـاجم مختلفة وجـدت عامى ١٩٣١ و ١٩٣٢ بالقرب من نجاندونج على نهر صولو . وليست حيث كان يعمل ديبوا Homo Soloensis or Javanthropus انسانصولو أو انسان جاوه · وهذهمجموعة لاباس

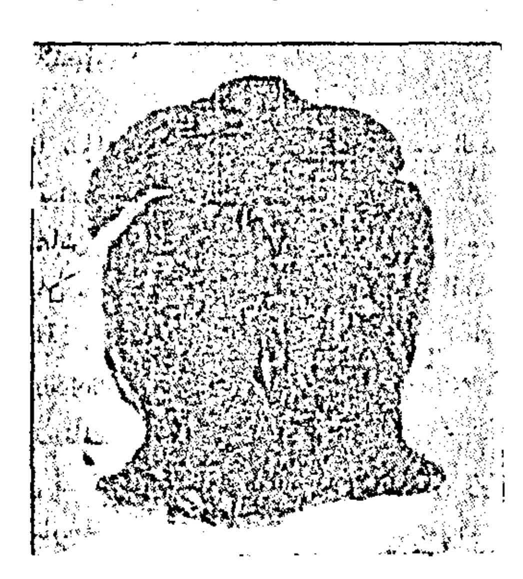
بها ، ولكن كان يتهددها طوفان الاسماء الذى عرف به وقد سجل العالم البريطانى برنارد ج كامبل الأسماء الآتية التى طلقت عليها الانسان العتيق الهيدلبرجى



انسان جاوه . الذى عثر عليه ايوجين ديبوا عام ١٨٩١ . وعمره ٧٠٠ر٠٠٠ سنة . وهو ممثل لأقدم انسان منتصب القامة اكتشف حتى الآن ٠ وقد صنع هذا الشكل ج٠هـ٠د٠ فون كونجزفالد ويتضمن ملامح اكثر بدائية لهذا النوع وجدها فى طبقات جيتيس فى سانجيرام بوسط جاوه خلال الثلاثينيات من صفات هذا النوع صغر وتسطح الجمجمة . عظام الحجاجين المتضخمة وحدة حافة المظلة التى تمسكها عند مؤخرة الجمجمة ٠ وضخامة الفكين التى تضيف الى بدائية صفاتها ٠ اما اسنان هذا النوع الانسان فهى تشبه اسنان الانسان الحالى من كل الوجوه ما عدا الحجم ٠



انسان لانتيان Lantian هو احدث ما عثر عليه من جماجم هذا النوع · ويتكون الاكتشاف من عظمة الفك وغطاء الجمجمة (المنظر العلوى) وقد امدنا بهذه الصورة وجو كانج من اكاديمية العلوم الصينية فى بيكنج· وهذه الجمجمة عثر عليها فى شانسى . ربما كانت فى عمر انسان جـاوه



عظمة مؤخرة الجمجمة : عثر عليها فى فتروصوللوص بالمجر عام ١٩٦٥ ، عمرها ٠٠٠ر٥٠٠ سنة او اكثر وكانت اقدم حفرية بشرية فى اوروبا هى فك هيدلبرج · وتبين العظمة مؤخرة الجمجمة . والحافة التى كانت تمسك منها وتتصل بالعمود الفقارى ورغم قدمها فقد اعتبرت لانسان عاقل

الانسان العتيق الهيدلبرجى Proto anthropus heidelbergensis

انسان هيدلبرج المرعوم Palae anthropus Heidelbergensis

قريب البشر الهيدلبرجى Praehuman europus

شبيه البشر الأوروبى Anthropo heidelbergensis

انسان هيدلبرج Maucrantrropus heidelbergensis

انسان ماور الهيدلبرجى Europanthropus heidelbergensis

انسان أوروبا الهيدلبرجى Europanthropus heidelbergensis

انسان أوروبا Euanthropus

لقد كان الرجال الذين أطلقوا هذه الأسماء المكررة مغرمون بالفخامة اللفظية ولم يكونوا يعلنون رسميا أن كل حفرية بشرية تنتمى الى جنس معين انفصـل عن جنس الانسان homo ، مما يتضمن أن تكون الأرومة البشرية متفرعة أشد التفرع . ورغم هذا فهذا التعدد العظيم للاسماء قد تدخل فى فهم أهمية هذه الحفريات فى تطور الانسان . واكثر من ذلك فاشجار نسب الانسان التى رسمت ـ مستخدمة هـذه الحفريات ـ كانت اقرب ما تكون للشـجرة التى رسمها هايكل . وقـد الصقت بها الحفريات الأكثر عزلة كما تلصق الزينة بشجرة عيد الميلاد . ورغم ان شكل الشجرة العام يوحى بفكرة ما عن التطور البشرى فلم ينجح رسم منها فى تقديم شىء معقـول يفسر السجل الحفرى للانسان .

واخيرا برز امامنا سؤالان . اولا الى أى حد تختلف الحفريات حقيقة بعضها عن بعض ؟ وما هو الفرق بينها خلال فترة معينة من الزمن ؟ لقد كان الانسان الحفـرى الأحدث عهدا ـ الذى عاش ما بين ١٠٠٫٠٠٠ و ٣٠٫٠٠٠ سنة هو انسان نياندرتال. وانسان روديسيا وانسان صـولو . وهـذه عرفت بين العلماء بانسـان نياندرتال Homo Neandertalensis وانسان روديسيا H. Rhodensiensis وانسـان صولو H. Soloensis وهى أسماء تعلن أن كلا منها كان نوعا متميزا . يختلف عن الآخرين وتختلف أيضا عن الانسان العاقل Homo sapiens وهذا يعنى أنه لو كان قد تقابل انسان نياندرتال وانسان روديسيا لما أمكن التزاوج بينهما . ومثل هذه النتيجة يصعب البرهان عليها باستخدام الحفريات فحسب . ولا سيما اذا كانت قليلة العدد ولا تفصح الا قليلا عن عمرها الزمنى . اما وجهة النظـر السائدة اليوم فتختلف عن ذلك تماما . فهذه الحفريات الحديثة نسبيا ـ كما يسود الرأى الحالى ـ لا تكون أنواعا متميزة . فاقصى ما تدل عليه أنها كانت ارهاصات لأنواع

أى شبه أنواع تطورت فى اماكن متباعدة بعدا كبيرا بعضها عن بعض . ولكنها كانت تستطيع ان تتزاوج فيما بينها . كما كانت تستطيع التزاوج مع الانسان العاقل .

كما أقر العلماء ان حفريات جاوه وبكين الاقدم لم تكن تختلف بعضها عن بعض. ولذلك اقترح وضعها معا تحت اسم نوع واحد Pithecanthropus الانسان القرد واهمال اسم انسان الصين . حتى هذا كان نوعا كبيرا بالنسبة للاستاذ ارنست ماير من جامعة هارفارد . وهـــذا الأستاذ متخصص فى الأساس التطـــورى للتصنيف الاحيائى ، قد أعلن أن المقاييس الحيوانية العادية لا تسمح بان يحل انسان جاوة وبكين محل جنس منفصل عن جنس الانسان الحديث . وفى رايه ان حجم التقـــدم التطورى الذى يفصل «الانسان القرد» عن أنفسنا انما هو خطوة لا تسمح الا بظهور نوع مختلف . وعلى اية حال فانه يبدو ان انسان جاوه وانسان بكين كانت لهما اجسام تشبه اجسامنا ، أى أنهما كانا يواجهان مشكلة البقاء بنفس القدر من التكيف الـذى نواجهه به ، مع فارق واحد أن مخها كان اصغر من مخنا . وعلى هذا الأساس يوضع انسان جاوه فى جنس الانسان Genus Homo . ولكن ــ طبقا للقواعد ــ يحتفظ

جنوب شرق آسيا	شرق آسيا	جنوب أفريقيا	شرق أفريقيا	شمال أفريقيا	اوروبا	الدرجة
					الانسان العاقل	(٥)
الانسان منتصب القامة صولو						(٤)
	الانسان منتصب القامة بكين		الانسان منتصب القامة لسكي	منتصب القامة موريتانيا	منتصب القامة هايدلبرج	(٣)
منتصب القامة منتصب القامة						(٢)
منتصب القامة مدجوكرتي	منتصب القامة لانتيان	منتصب القامة الكاب	منتصب القامة المالحر			(١)

الانسان منتصب القـــامة

ثمانية انواع فرعية للانسان منتصب القـــامة . تقبل اليوم وترتب ترتيبا تطوريا . رتبها العالم البريطانى برنارد ج. كامبل . وقد أضاف المؤلف انسان لانتيان الى ادنى درجات السلم . وادخل درجة رابعة يضع فيهـــا انسان صولو . ودرجة خامسة ليضع فيها الانسان العاقل من فرتيصوللوس (الملونة) واللون يبين أن انسان هايدلبرج قد يكون جد للانسان العاقل .

باسمه الأصلى فيصبح الانسان منتصب القامة Homo erectus ويمكن تمييز انسان بكين عنه باضافة صفة البكينى

وهذا التبسيط ابعد اثرا من مجرد ازاحة كومة من الأسماء القديمة لكى نرضى اللجنة الدولية للتسمية العلمية للحيوانات · فان اختصار الحفــريات البشرية الى ما لا يزيد على نوعين اثنين والاعتراف بالانسان منتصب القامة اصبح ذا فائدة كوسيلة للنظر الى مراحل التطور البشرى · وظهرت هذه الفائدة اكثر فأكثر فى السنوات الاخيرة عندما كثرت الحفريات البشرية التى عثر عليها ، وعندما توصلنا الى وسائل فعـــالة لتاريخها ، واصبح الآن من الممكن أن نضع الاكتشافات القديمة والحديثة فى مكانها الصحيح من التاريخ ، بشىء كبير من الدقة ، وهذا امر ضرورى ، فلابد من وضـــع الحفريات البشرية كلها فى مواضعها الصحيحة من الملايين الأخيرة من السنين ·

والآن فلنتحدث عن تاريخ الحفريات البشرية · ان الفترة الذى ازدهر فيه الانسان منتصف القامة تحتل الجزء الاول من البلايستوسين الأوسط · وقد توافرت لدينا الآن ادلة متعددة تمكننا من تقسيم عصر البلايستوسين · منها على سبيل المثال حفـريات الحيوانات التى وجدت مع الحفريات البشرية تدل غالبا على نوع المناخ السائد ما ان كان باردا او دفيئا · ومقارنة المجتمعات الحيوانية تساعدنا على معرفة الوقت الــذى عاشت فيه ، ان كان فترة مناخية معينة مستمرة او فترة انتقالية · كما تقدمت وسائل مقارنة التواريخ النسبية فى اماكن متفرقة بالتواريخ المطلقة للطبقات الرسوبية · ومن ابرز هذه الوسائل استخدام معدل تحلل البوتاسيوم الاشعاعى الى ارجـــون · ومن الوسائل الأخرى التى تنبىء بمستقبل افضل للبحث فى هذا الاتجاه هو تحليل رواسب البحار العميقة ، والتغيرات التى حدثت فى البلانكتون· او الأحياء البحرية الدقيقة الهائمة فهذه تدل على تغير فى درجات الحرارة فى البحار · وعندما نتمكن من تحديد عمر نقط هامة فى تتابع الارسابات فى اماكن مختلفة من العالم عثر فيها على الحفريات البشرية ، سواء كان بالوسائل الفيزيائية او الكيمائية ، فاننا بذلك نكون قد نجحنا فى تاريخ الأحداث الهامة التى حدثت فى عصر البلايستوسين · هذه الوسائل تدل على ان عصر البلايستوسين ابتدا منذ اكثر من ثلاثة ملايين سنة ، وان اول فترة جليدية كبرى بها (التى تقابل فترة الجنز Günz الألبية) ربما رجعت الى ١٫٥ مليون سنة مضت · والفترة التى عاش فيها الانسان منتصب القامة امتدت ما بين مليون ومليون ونصف مليون سنة ، او خلال الفترة غير الجليدية الأولى فى نصف الكرة الشـــمالى الى نهاية الفترة الجليدية الثانية (فترة مندل فى جبال الالب) ·

ويبدو - على أساس الحفريات التى وجدت قبل الحرب العالمية الثانية - ان الانسان منتصب القامة . باستثناء بعض حالات منعزلة منها فك هيدلبرج ، كان اصله فى الشرق الأقصى • ولايوجد ما يفوق جماجم جاوة . ولا سيما ما عثر عليه من الطبقات السفلى (ما يعرف باسم طبقات جيتس Djetis) فى بدائيتهـا • وحتى الجمـاجم التى عثر عليها فى الطبقات الأعلى منها ، (طبقات ترينيل Trinil) التى وجـد فيها ديبوا اكتشافاته الأولى ، ذات جدران سميكة جدا ، ومخ صغير جدا) • وربما كان حجم المخ اقل من ٩٠٠ سم٣ ، واذا قورن هذا بحجم مخ الغوريللا ، فاننا نجدها ٥٠٠ سم٣ ، بينما حجم مخ الانسان الحالى ١٤٠٠ سم٣ • ولابد وان احدث انسـان عثر عليه فى جاوه يرجع الى ٧١٠,٠٠٠ سنة مضت ، (لأن تحليل البوتاسيوم - ارجون قد بين أن الزجاج الصـخرى tektites الذى تكون من تساقط الشهب عمره هذا القدر) •

اما حفريات بيكين فهى احدث ، وربما عادت الى اواسط الفترة الجليدية الثانية، وربما كانت اقل بدائية فى شكلها • فالقذال اكثر ارتفاعا والوجه اقصر وحجم المخ ١١٠٠ سم٣، ولكن تركيب الجمجمة والفك متشابه مع تركيبها فى انسان جاوة• واسنان انسان جاوه وانسان الصين اكبر من أسنان الانسان الحديث ، ويميزها بقايا طبقة المينا التي تسمى سنجوليوم ، تغطى بعض تيجان الأضراس وهذه بقايا بدائية وجدت فى الانسان والقـرد •

وقد اضافت الكشوف التى عثر عليها منذ الحرب العالمية الثانية كثيرا لصورة توزيع الانسان فى هذه الفترة • واهم الكشوف هى ما يلى :

عام ١٩٤٩ : عثر فى سوارتكرانز ، فى جنوب افريقيا على بقايا فك ووجه اعطيت اسم Teleanthropus capensis قريب البشر الكابى (نسبة للكاب أو الرأس) • وقد وجدت هذه بين البقايا العديدة التى عثر عليها فى موضع حفريات دون البشر المعروفة باسم القردة الجنوبية Australopithencines وقـد تعـرف عليهـا روبرت بروم وزميله جون ت • روبنسون فى الحال . وقالا انها اكثر تقدما من القردة الجنوبية فى الحجم والمخ والفك والأسنان • وقد فضل روبنسون اسم قريب البشر على اسم الانسان منتصب القامة ليدل عليها •

١٩٥٥ عثر فى ترنيفين Ternifine . بالجزائر على ثلاثة افكاك وعظمة صدغ • وقد اطلق عليها اسم انسان الأطلنطى الموريتانى • Atlanthropus.

بنحو ١٠٠٠ سم٣ · ورغم اختلاف قليل من التفاصيل ، فانها تشبه حفريات الشرق الأقصى · كما عثر فى مستويات أدنى من ذلك على عدد من الجماجم صغيرة الحجم يشار اليها عادة باسم عام هو الانسان الماهر Homo Habilis

١٩٦٣ ـ ١٩٦٤ : لانتيان ، شانسى ، الصين · عثر فى هذا الموضع على فك أسفل وغطاء جمجمة ، وجدها العمال الصـــينيون فى مكانين مختلفين واطلق عليها اسم Sinanthropus Latinaensis انسان الصين اللانتيانى · وتدل حفريات الحيوانات mauritanicus · وقد وجدت هذه الحفريات تحت غطاء سميك من الرمال يغطى قاع بركة قديمة تركت رواسبها من الطين ، وعثر عليها كاميل أرامبورج · وتشبه الأسنان والفك فى هذه الحفرية ما يقابلها فى بقايا بكين ·

١٩٦١ : خانق أولدوفاى ، تنزانيا ، عثر فيه على غطاء جمجمة ، لم تعين بعـد وتم العثور على هذه الحفرية فيما يسمى بالطبقة البشرية ؟ اكتشفها ل·س·ب· ليكى· وأمكن تاريخها بطريقة البوتاسيوم أرجون بنحو ٥٠٠ر٠٠٠ سنة · ويقدر حجم المخ التى عثر عليها فى نفس الموضع ، على أن هذه الحفرية البشرية أقدم من حفـــرية انسان بيكين ، ويتفق شكل الجمجمة والفك مع هذا التاريخ · فكل منهما اكثر بدائيـة من حفريات بكين · وكل منهما يختلف فى التفاصيل عن انسان جاوة منتصب القامة · الا أن حجم المخ فى هذه الجمجمة لا يزيد على ٧٨٠ سم٣ رغم ضخامتها ، وهى اقرب الى الجماجم التى لم يعثر عليها فى جاوة ·

١٩٦٥ فرتوصوللوس Vértesszollos بالمجر · قطعة من مؤخرة الجمجمة، عثر عليها ل· فريتز Vèrtes · وهذه الحفرية هى أقدم حفرية تنتمى الى أوائل البلايستوسين الأوسط عثر عليها فى أوروبا ، منذ العثور على حفـــرية هيدلبرج · وهى ترجع أيضا الى أواسط أو أواخر فترة مندل الجليدية ولذلك فهى تنتمى تماما الى الانسان منتصب القامة · والعظام متوسطة السمك وبها حافة واضحة لتمسك عضلات الرقبة كما ترى فى كل جماجم الانسان منتصب القامة · وهى تختلف عن عظام مؤخرة الجمجمة فى أنها ضخمة وأقل حدة : وهذه التفاصيل تبين أن صاحبها كان اكثر تطورا ·

ولقد حدث شىء آخر له أهمية كبرى فى هذه الفترة ، الى جانب الكشـــوف الحفرية التى ذكرناها · لقد حسمت مسالة بلتدون ، التى قيل انه عثـر على جمجمة بشرية فيها عام ١٩١٢ · لقد أدت أبحاث ج·س· فاينز وسيرولفرو لجروه كلارك وكنيث

جاوه	الصين	أوروبا	أفريقيا
إنسان مبولو	إنسان بكين	إنسان ستاينهام	إنسان رودسيا
إنسان جاوه (ترنيل)	إنسان لانتيان	إنسان سوانسكومب	أولدوفاي طبقة ٢ البشرية
إنسان جاوه (جيتيس)		فرتيسيولوس	إنسان ترنيفين
		إنسان هايدلبرج	إنسان سوارتكرانس

الوقت الحاضر

فرم ٢

فرم ١

رس - فرم بين الجليدية

رس

رس

مندل - رس بين الجليدية

مندل ٢

مندل ١

جنز - مندل بين الجليدية

جنز

أوكلى الى أن تحذف من السجل الحفرى ما زعم انه حفرية بشرية . ذات فك قردى وجمجمة بشرية مما لا يمكن ان يتفق قط مع اى تصور لعملية التطور ٠

من هذه الكشوف التى عثر عليها منذ عهد قريب تبدو لنا صورة البشر القدماء بهياكلهم العظمية وجماجمهم وامخاخهم . فقد كانت لهم هياكل تشبه هياكلنا ، وامخاخ اصغر من امخاخنا بكثير . وجماجم اشد سمكا واكثر فلطحة من جماجمنا ، وعظام الحجاجين اكثر بروزا مما لدينا . ومؤخرة راس مدببة . واسنان أضخم من اسناننا ، وهى باختصار اشد بدائية من جماجمنا ٠ وهذه الصورة توحى بمستوى تطورى ، او مرحلة تطورية تحتل نصف مليون سنة من التاريخ البشرى . يبدو انها سادت كل العالم المعمور اى العالم القديم ٠ وهذا هو معنى الانسان منتصب القامة ٠ ان هذه الكشوف تمدنا باساس للافكار الخاصة بسرعة التطور البشرى ونمطه خلال فترة حرجة من التاريخ البشرى ٠

وربما كان هذا الملخص شديد التعقيد . فربما قبل ان نحتفل بمرور مائة عام منذ عثورنا على اول حفرية بشرية ، تظهر كشوف جديدة لا نستطيع تصورها الآن تغير مفاهيمنا . بل نحن الآن نواجه بعض المشاكل لا نستطيع حلها ٠

ما هى العلاقة بين الانسان منتصب القامة وانسان روديسيا وصولو ؟ هذه نقطة لها اهمية خاصة ٠ لأن كلا من الحفريات الافريقية والجاوية احدث عهدا بكثير من التاريخ الذى وضعناه للانسان منتصب القامة ٠ وربما كان انسان روديسيا حيا منذ ٣٠٫٠٠٠ عام مضت ، وربما عايش الانسان الحالى ٠ وكان ايضا انسان صولو يعيش اثناء نهاية اخر فترة جليدية وهذا ايضا زمن حديث اذا ما قورن بالفترة التى عاش فيها الانسان منتصب القامة ويرى الأستاذ كارلتون كون من جامعة بنسلفانيا ان هذين الانسانين الحفريين كانا من نوع الانسان منتصب القامة . على اساس شكل الأسنان وفلطحة الجمجمة ٠٠ ويمكن قبول قوله فيما يتعلق بانسان روديسيا ، ولكن انسان صولو من البدائية ، وشكل جمجمته اقرب الى انسان جاوه . وفى صفات اخرى يقترب جدا من انسان بكين ، مثل حجم المخ ، حتى اننا لا نملك الا ان نضعه فى مرتبة الانسان منتصب القامة ٠ ولا نزال لا نعرف لماذا ظل معمرا عدة الاف من السنين بعد ظهور الانسان الحالى الذى جاء بعده فى جنوب شرق اسيا ٠

من اين جاء الانسان منتصب القامة ؟ تدل الاكتشافات سارتكران انه ظهر قبل ان يندثر اخر ممثل للقردة الجنوبيين فى هذا المكان ٠ وخير مكان يمكن ان نرجع اصله اليه هو افريقيا . فهى تحتوى على سلسلة من الحفريات البشرية التى ازيح عنها التراب فى خانق اولدواى بواسطة ليكى وزوجته والتى اسماها Homo habilis

وقد تدل هذه البقايا على فترة انتقالية بين مرحلة القردة الجنوبيين ومرحلة الانسان منتصب القامة منذ حوالى مائة عام · وقد يبدو هذا التاريخ متاخرا جدا ، على ضوء عمر بقايا الانسان منتصب القامة التى عثر عليها فى انحاء العالم المختلفة وخصوصا جاوة ·

واين ذهب الانسان منتصب القامة ؟ بكل بساطة لا نعرف · فهناك طرق أدت الى شعوب سوانسكومب واستاينهايم فى أوروبا اثناء الفترة غير الجليدية الثانية فى أوروبا ، واخرى تؤدى الى ما ظهر بعد فى روديسيا ونياندرتال من بشر · وفوق ذلك فطبيعة الانتقال الى الانسان الحالى ـ الانسان العاقل بالمعنى المعروف لدى لينايوس ـ سيظل مسالة نظرية صرفة ·

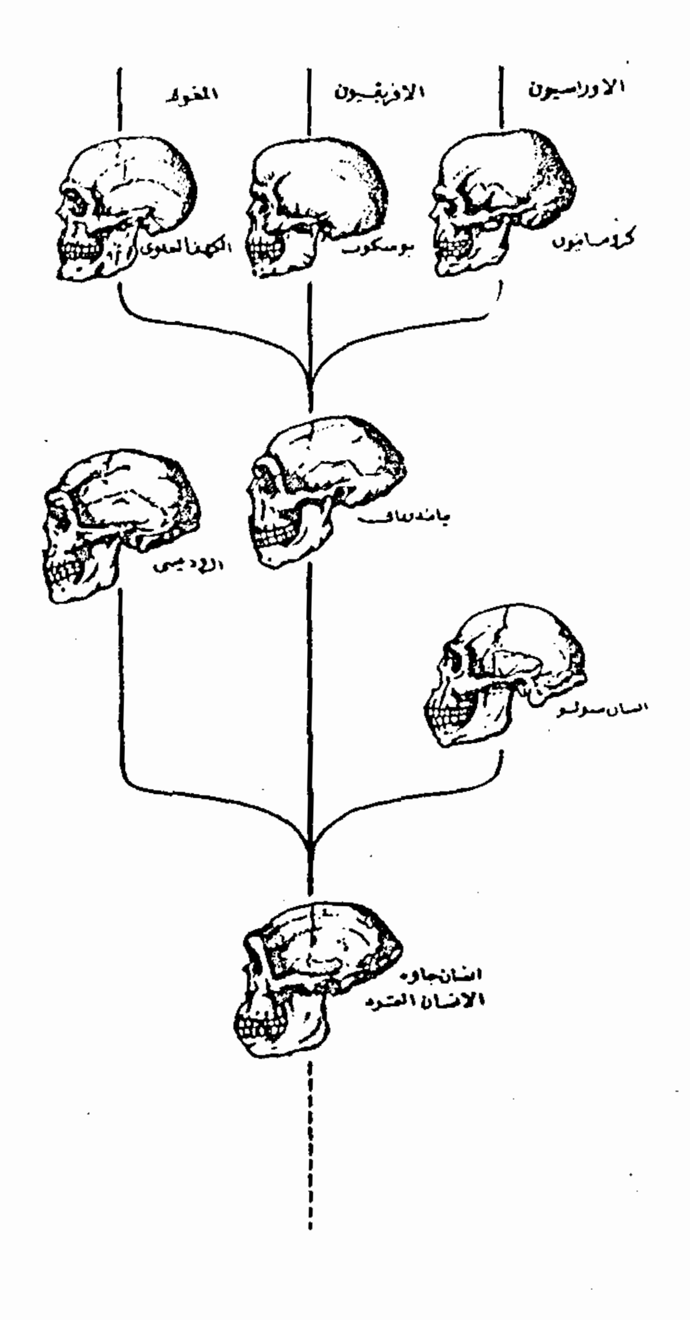
وربما كان لدينا مفتاح هنا · فلابد وأن نواجه فى هذه المرحلة مشكلة نهائية ما هى النوعات الحقيقية فى النمط الفيزيائى التى حدثت اثناء حياة الانسان منتصب القامة ؟ لم تكن هذه التنوعات فى الحقيقة كبيرة جدا خلال هذا التاريخ الطويل وفى ذلك المدى الواسع · اذ أن التشابه كان قويا فى الفك بين حفريات شمال افريقيا وحفريات بكين مثلا · رغم مسافة الاف الأميال التى تفصل بين الاثنين · فلقد كان فك هيدلبرج شيئا مختلفا عن كل ما عداه وأقرب قليلا من حيث شكل الاسنان بالانسان الحالى · أما الحفرية الأوروبية الحديثة القريبة الشبه بهذا الفك فهى ماعثر عليه فونتصوللوس · فقطعة الجمجمة التى عثر عليها هذا العالم يبدو انها متقدمة فى الشكل وربما انتمت الى رجل شبيه بانسان هيدلبرج ، رغم انها احدث منها فى الزمن نسبيا ·

وسينشر اندروثوما من جامعة كوسوث المجرية تقريرا عن هذا الكشف المجرى فى مجلة الانثروبولوجيا الفرنسية قريبا · فهو يقدر حجم المخ فيها بنحو ١٤٠٠ سم٣ وهذا يقترب من متوسط حجم مخ الانسان الحالى · واعلى بكثير من حجم مخ الانسان منتصب القامة · ورغم ان مؤخرة الجمجمة سميكة الا انها اقرب الى الاستدارة مثل جمجمة الانسان الحالى ، واقرب اليها من انسان روديسيا · واقرب الى الانسان الحالى ايضا من جماجم سولو · ولا اجد هنا مبررا للشك فى تقدير ثوما · الذى وصل الى نتيجة مؤداها ان هذه الحفرية المجرية تضاهى فى الحقيقة درجة الانسان العاقل فى الجمجمة وحجم المخ ومن ثم أطلق عليه اسم الانسان العاقل Homo sapiens

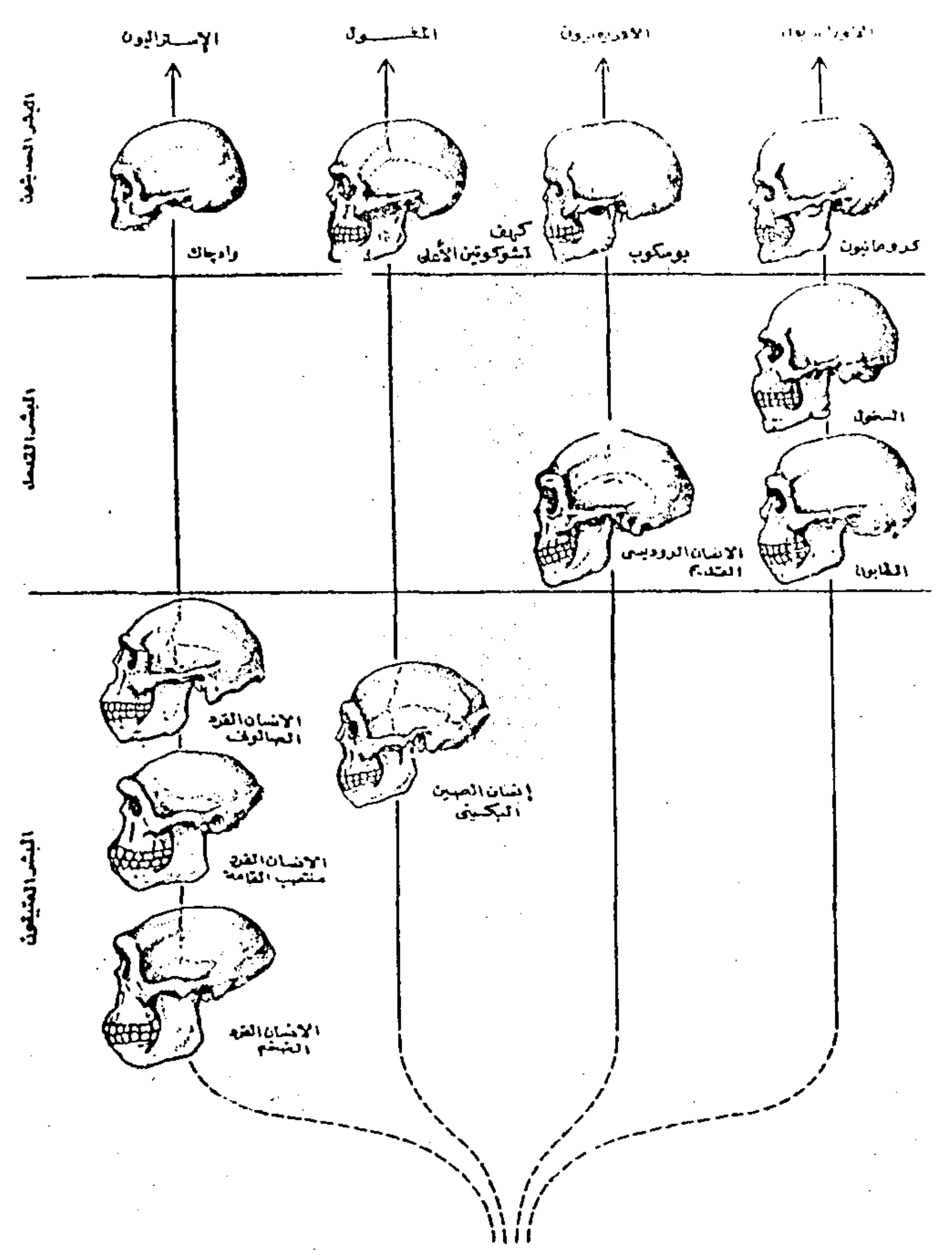
ان اثر الأدلة ضئيل ، ولكن ليس هناك تعارض فيها · نحن نبحث عن الخط الذى ينحدر منه الانسان العاقل . سوانسكومب واستاينهايم ثم من فرتصوللوس واخيرا هيدلبرج · وهذا شبيه بخط سولو انسان عاقل ظهر مبكرا عن زمنه . بدلا من انسان منتصب القامة ظل معمرا بعد زمنه · ونحن فى الحقيقة لا نرى الا شكلا عاما لشجرة

نسب تحتاج لمن يكشف مراحلها · اننا فى امس الحاجة الى حفريات اخرى ، ويبدو هذا واضحا من اننا لا نستطيع ان نربط بين انسان هيدلبرج واى انسان اوروبى جاء من بعده حتى نعثر على بعض اجزاء من جمجمته تضاف الى فكه الوحيد ·

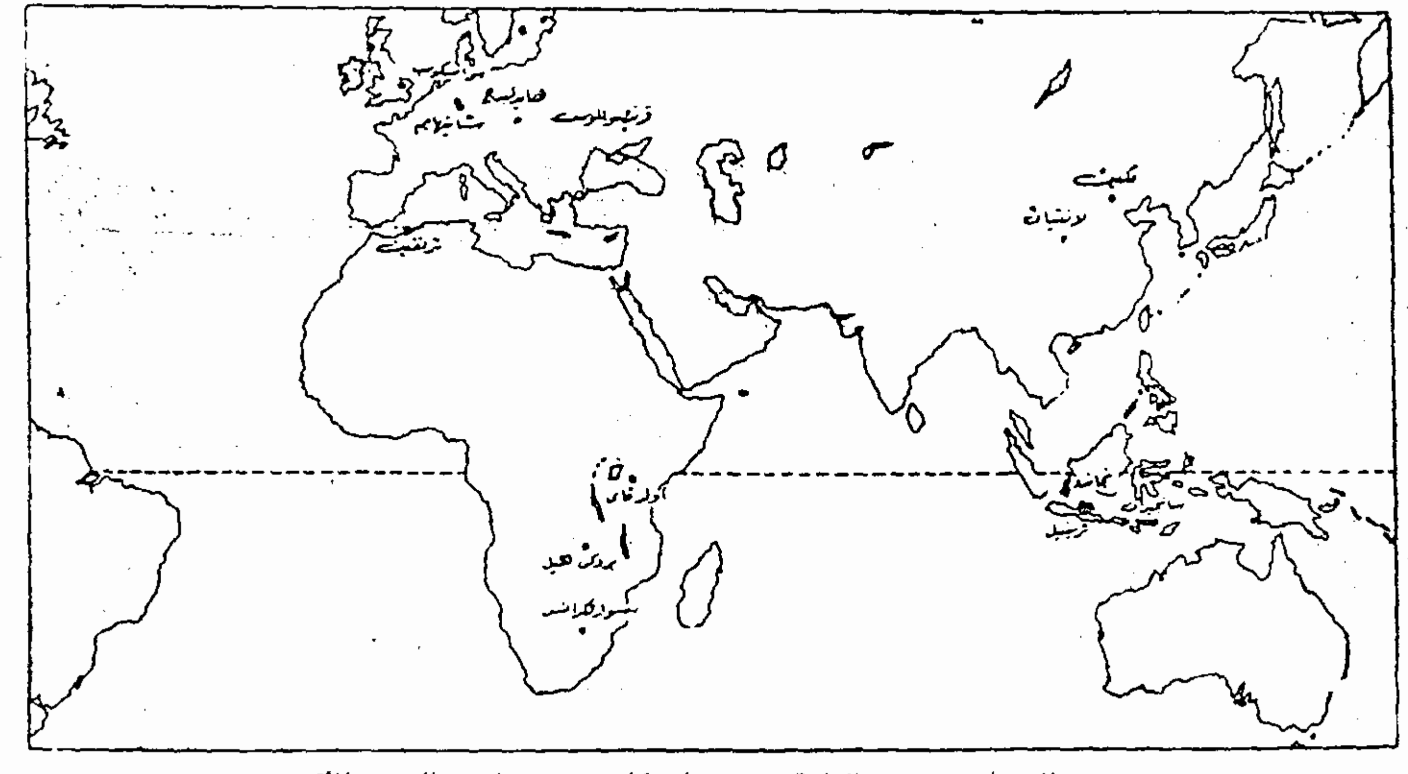
ما هو قدر التطور الذى حدث فى مرحلة منتصب القامة ؟ اننا لا نستطيع ان نتنبأ بما قد تاتى به الكشوف الجديدة من مفاجات ، خاصة مثلا بتعريف الانسان منتصب القامة · اذ ان الكشوف التى عثر عليها وترجع الى ما بعد فترة نصف المليون سنة تكاد تكون ناقصة · ويبدو انه لابد وقد حدث تطور هام فى هذا الوقت ، غير ان الآلات التى صنعها الانسان فى هذا الوقت لا تفيد كثيرا فى هذا المجال · اما عن الحفريات ، فلدينا اقدم الجماجم من جاوة ولانتيان ، وهى اكثرها بدائية واقلها فى حجم المخ · ففى احدى مناطق جاوة ، تدل الجماجم التى عثر عليها فى طبقات عرف عمرها ، على حدوث تطور فى هذه الجماجم اذا ما قورنت بما عثر عليه فى طبقات اقدم عهدا · بل ان جماجم بكين وهى احدث عهدا تبدى تطورا وتقدما اكثر · وقد قال برنارد كامبل ان جميع حفريات الانسان منتصب القامة ، التى تعتبر اشباه انواع لجنس واحد يجب ان ترتب حسب درجة تقدمها · وتقدم فعلا بهذا الترتيب · وقد أضفت بعض اسماء لقائمة كامبل ، وهى تظهر بين اقواس فى الشكل المرافق · كما يبدو من هذا الرسم ، فان التقدم فى الدرجة يتفق مع التقدم فى الزمن ·



نظرية الأصل الواحد او مدرسة مشجب القبعات· ترى أن السلالات الثلاث الكبرى انحدرت من أصل واحد . عكس نظرية الأصول المتعـــددة · وان انسان روديسيا ونياندرتال وصولو كلهم انحدروا من الانسان القرد (جاوه) وان انسان نياندرتال هو سلف الانسان العاقل (الكهف الأعلى وبوسكوب وكرومانيون) ومن هذه انحدرت السلالات الحالية



مدرسة تعدد الأصول فى الانثروبولوجيا : وهى عادة ترتبط باسم فرانز فاندنرايخ . وهى ترى السـلالات البشرية تنحـدر من اصـول اربعـة وحسب هذه المدرسة ينحدر الاستراليون (الى اليسار) من أصول عتيقة تشمل الانسان القرد الصولونى (انسان صولو) والانسان القرد (جاوه) أما أصل المغول فيرجع الى انسان الصين البيكينى والافريقيون يرجعون الى انسان روديسيا القديم • وترى فى أعلا أربع جماجم للانسان العاقل • أما النظريات الأخرى فيمثلها الشكال السابق •



توزيع الانسان منتصب القامة ـ يبدو أنه كان محصورا فى الشرق الأقصى وجنوب شرق آسيا وذلك على أساس الحفريات التى عثر عليها قبل الحرب العالمية الثانية وكان الاستثناء الوحيد هو فك هايدلبرج ، ولكن الكشوفات الجديدة بعد الحرب فى جنوب افريقيا وشرقها وشـمـالها ـ الى جانب ما اكتشف فى شمالى الصين ـ تدل على انتشار النوع فى جميع أنحـاء العـالم القديم .

١٧ ـ توزيع الانسان

وليم و • هاولز

سبتمبر ١٩٦٠

ظهر الانسان العاقل فى العالم القديم ، ولكن منذ ظهوره اصبح أكثر الانواع الحيوانية انتشارا • وهو فى اثناء ذلك تفـرع الى ثلاثة فروع رئيسية •

ربما ظهر البشر الذين يمتازون بذقن ، وحافة حجاجيين رقيقة ، ووجـه صغير وجمجمة عالية مستوية الجانبين على الأرض بين آخر فترتين جليدتين كبيرتين ، أى من ٠٠٠ر١٥٠ الى ٠٠٠ر٥٠ سنة مضت • واذا كان الغموض يلف زمن ظهورهم ، فلا غموض هناك فى مكانه • فلا شك أن هذا النوع الجـديد قد انبثق من بين عـدد من المجموعات السكانية الشبيهة به والتى كانت منتشرة فوق مساحة كبيرة من العـالم القديم • هكذا تطور الانسان العاقل نوعا خاصا ، وبدأ تفرعه الى سلالات فى نفس الوقت •

على أية حال . فقد كان سلفه المباشر . مثل أقربائه الأقدم عهدا نتاجا وسيدا فى الوقت نفسه لصناعة آلات صوانية بدائية خشنة . تعلم أسلافه البدائيون أن يشكلوها منذ مئات الآلاف من السنين . كما أن ميراثه أيضا اشـتمل على تنظيم اجتماعى ، ومستوى ما من الاتصال الشفهى ، أى الكلام .

وفيما بين هذه البداءات الغامضة ، والثورة الزراعية التى حدثت منذ حـوالى ١٠٫٠٠٠ سنة ، انتشر الانسان العاقل فى الأرض وتنوع الى سلالات واضحة ، وكانت العمليتان مرتبطتين معا ارتباطا وثيقا . وهما يعكسان معا عمل البيئة وعمل قـوة اختراعه هو نفسه . وهناك الكثير مما يمكن أن يقال فى هذا الصدد بثقة كبيرة . وتفاصيل ذلك شىء آخر . وان نشأة تكوين السلالات وكيفيتها ومكانهـا ليشغل من تفكيرنا ما شغله أصل الانسان من تفكير تشارلز داروين .

فمنذ أكثر من قرن كان هناك تفسير بسيط مريح منتشر بين العلماء . اذ سـاد الاعتقاد أن السلالات كانت أنواعا منفصلة خلقها الله كما هى الآن . وكان يقال أن الزنوج الذين يظهرون فى الآثار المصرية ، وجماجم الهنود القدماء الذين بنوا أكوام أوهايو ، لم تختلف كثيرا عن صفات احفادهم ومن ثم لم يكن هناك اختلاف كبير خلال هذا الزمن الذى لم يكن طويلا جدا ، والذى قال فيه كبير القساوسة ايشر Escher أن العالم خلق فيه ، أى عام ٤٠٠٤ ق.م .

وقد نقض داروين كل هذا بضربة واحدة فى كتابه أصل الأنواع ، فالانتخـاب الطبيعى ، والزمن الطويل الذى سجله التاريخ الجيولوجى ، جعل التطور التدريجى سببا معقولا لظهور السلالات ، أو الاختلافات النوعية . الا أن داروين تنكر فى كتابه الثانى : تطور الانسان ،لفكرته الأساسية عن الانتخاب الطبيعى بوصفه سببا لظهـور السلالات . اذ هو هنا فضل الانتخاب الجنسى ، أو تثبيت الصفات السلالية عن طريق تفضيل الانسان فى المجتمعات المختلفة لمقاييس جمالية معينة مدة طويلة من الزمن . ولكن هذه الفكرة فشلت فى اقناع الانثروبولوجيين ، ولذلك فان نقض داروين لفكرته الأساسية تركت فراغا كبيرا لم يكن من السهل ملؤه .

ولقد ظل بعض الباحثين ، حتى وقت قريب . مصرين على أن السلالات ما هى الا أنواعا منفصلة ، بل اجناسا . فقد انحدر البيض كما رأوا ـ من الشمبانزى ، والزنوج من الغوريللا والمغول من الأورانج أوتان . وقد عارض داروين نفسه هذه الفكرة ، عندما قال أحد الدارسين أن هذه القردة نفسها قد انحدرت من أنواع أخرى من النسـانيس فقد قال داروين أن هناك قدرا كبيرا من التداخل فى التطور ، يؤدى الى ظهور صفات متشابهة فى التفاصيل (مثل الشبه الشكلى الظاهرى بين الأسماك والحيتان) . ونفس

هذا الاعتراض ينطبق على افكار اكثـر اعتدالا مثـل التى صاغها فايندرايخ فى الأربعينيات عن السلالات · فالسلالات فى رايه تطورت مستقلة بعضها عن الأخرى ، ليس من اصل او جد واحد ، وليس من اصول بعيدة متقاربة ، ولكن من أصول أقل تباعدا تمثلها الحفريات البشرية · مثلا تطور انسان بكين الى السلالة المغولية ، وانسان روديسيا الى الزنوج الافريقيين ولكن هناك من الاختلافات الكبيرة بين هذه الحفريات أكثر مما بين السلالات نفسها ·

ان أكثر التفسيرات قبولا للعقل فى الواقع هو التفسير الذى يقول ان أنمـاط السلالات الحالية قد جاءت نتيجة تطور وتنوع تم داخل أرومة واحدة ونوع واحـد هو الانسان العاقل · وكما قلنا من قبل ، هذه الأرومة ظهرت على الأقل منذ بدء اخـر فترة جليدية ، ويكاد يكون من المؤكد أنها بدأت قبل ذلك ، ربما مع بدء الفترة الجليدية الثانية التى تؤرخ بنحو ١٥٠٫٠٠٠ سنة مضت ·

وحتى لو كانت البقايا الحفرية أكثر وفرة مما هى عليه الآن ، فانها وحدها ماكانت تستطيع أن تقرر زمان ومكان ظهورها بدقة أكثر · وعندما اصبح الانسان العاقل أكثر عددا وبقاياه أكثر توافرا ، وكان قد انتشر انتشارا واسعا بحيث لا يمكن لبقـاياه أن تعطينا أكثر من فكرة عامة عن مكان نشأته · وأكثر من ذلك فربما توافرت العظـام والآلات الحجرية فى أماكن مضللة (قارن الحالة المشابهة الخاصة بتوافر بقـايا القرد الجنوبى فى طبقات البلايستوسين الأسفل فى جنوب افريقيا وقد ساد الاعتقـاد أن هذه المنطقة هى وطنه الأصلى · والحق أن هذه المنطقة كانت طريقا مسدودا ، ولم يحدث أكثر من انحباس بعض الأفراد والجماعات فيها · ومن المعروف الآن أن هذا المخلوق شبيه البشر لم يكن منتشرا فى أفريقيا فحسب ، بل فى آسيا أيضا · وليست لدينا أى فكرة عن مكان نشأته الأولى · ونحن نفترض أن اول معرفتنا به لم تات عن طريق العثور على بقايا ترجع لهذا المخلوق فى بدء ظهورد) ·

ونحن فى محاولتنا لوضع الانسان الحالى فى موضعه الصحيح من سلم التطور بشىء من الدقة ، ربما لجأنا الى الأخذ بالأسلوب التاريخى فى التعليل ، الذى اتبعـه السابقون لداروين · ان غزاة أوروبا فى العصر الحجرى القديم الاعلى (أى كرومانيون) يحددون المدخل المحدد لدخول الانسان العاقل ، وكان هؤلاء الغزاة قد عـرفوا بأنهـم من السلالة البيضاء ، حوالى ٣٥٫٠٠٠ سنة ق·م· ولكن عثر على جمجمة من لينكيانج Linkiang فى الصين ، ترجع الى نفس الزمن تقريبا ، ولا تنتمى مطلقا للسلالة القوقازية · كما ان أقدم الحفريات البشرية الأمريكية هندية الصفات ، وعمرها يرجع الى ٢٠٫٠٠٠ سنة · ولا توجد بقايا اخرى تفوق هذه فى القدم · ولا تسـتطيع أن نقول شيئا عن أول زنجى · وبعبارة أخرى تدل الحفريات على ان الاختلافات السلالية

اقدم من ٠٠٠ر٣٥ سنة بالتاكيد ٠ ورغم ان هذا مجرد تخمين . فأفراد الانســـان العاقل قد تغلبوا اكبر الظن على معاصريهم من البشر الآخرين . مثل انسان نياندرتال وانسان روديسيا فى زمن أبعد من هذا ، اذ كانوا قد اكتملت صفاتهم من قبل بكثير ٠ ولكن هذه النماذج قد عمرت حتى الخمسين ألف سنة الأخيرة ٠ من هذا نستطيع أن نستنتج أن الانسان العاقل وتفرعه المبكر الى سلالات انما هو نتيجة ما حدث فى الفترة التى فصلت بين آخر فترتين جليديتين ٠ ولم ينفرد بالمسرح الا منــــذ آخر فترة جليدية ٠

وعندما نحاول أن نبحث أسباب التفرع الى سلالات يتجــه ذهننا الآن الى أربعة عوامل : الانتخاب الطبيعى ، الانجراف الجينى genetic drift ، الطفرة والتزاوج أو الاختلاط ٠ ولا ريب أن العاملين الأولين يلعبان الدور الرئيسى فى التفرع الأول الى سلالات ٠ واذا حابت قوى من أى نوع أفرادا يحملون مركبا معينا من المورثات (جينات) على حساب آخرين ، بمعنى أنهم يتمكنوا من الحياة » انجاب نسل أكبر عددا « فان هؤلاء الأفراد المحظوظين سيزداد بالضرورة عددهم وعدد ما يســـاهمون به من موثات وينقلنه الى بقية الجيل بما يفوق نسبتهم فى السكان ٠ وهذا هو الانتخاب الطبيعى ، فهو قوة واتجـــاه ٠

أما الانجراف الجينى فهو قوة بلا اتجاه . تغير عرضى فى نسبة المورثات فاذا تساوت كل الظروف ، قد ينجب بعض الآباء عددا أكبر من الأبناء مما ينجبهم غيرهم ٠ فاذا استطاع هذا التنوع أن يتراكم فان سكانا متجانسى الصفات قد ينقســمون الى قسمين بالصدفة ٠ كما لو كان عندنا جوالا به ٥٠ كرة بلياردو بيضاء و ٥٠ كرة سوداء وكل منهما تتضاعف بصفة دورية ٠ ولنفرض أنك تريد أن تبدأ مجموعة جديدة بأن تسحب ٥٠ كرة بطريقة عشوائية ٠ فان النتيجة البسيطة الأكثر احتمالا أنك ستسحب ٢٥ من كل لون ، ولكن من المحتمل جدا أن تأتى الكرات مختلفة التوافق ، ٢٠ سوداء و ٣٠ بيضاء . وبعد أن تفصل هذه المجموعة ، تعمل تشكيلة جدا وهكذا ٠ فالجينات أو المورثات قد تنجرف الى جانب دون آخر٠ وما أن تصل نسبة الجينات الى الحد الذى ذكرناه حتى يصبح من الأكثر احتمالا هو اندثار الكرات السوداء ، وهذا ما قد يحدث لعوامل الوراثة ٠

وكلما كان السكان أصغر عددا واكثر عزلة كان عامـــلا الانتخـــاب الطبيعى والانجراف الجينى اكثر قوة ٠ وهذا من السهل تصوره . فقد كان الانسان القديم يعيش فى زمر قليلة العدد منفصل بعضها عن بعض ، أقرب الى الطبيعة ٠ (ومن الخطأ الجسيم أن تظن أن الانتخاب لا يعمل الآن فى المجتمعات السكانية الحديثة) ومن ثم فان صفات السلالات التى تفرع اليها نوعنا البشرى جاء بعضها صدفة وبعضها عن قصد ٠ والقصد يعنى أى شكل من التغيرات الطفيفة تخضع للانتخاب الطبيعى ٠

وربما كان داروين محقا فى أول كتاب له . وكان الانتخاب الطبيعى أكثر أهمية فى اختيار الصفات التى تلائم البيئة ، مما ذهب اليه فى كتابه الثانى فيما بعد . ومن الغريب أنه من الصعب جدا أن نجد ميزات تكيفية فى الصفات التى تميز السلالات بعضها عن بعض . بل ان المثلين الكبيرين اللذين يضربان للتكيف وأثره فى الصفات الطبيعية للانسان ليسا مما يميز السلالات بعضها عن بعض مطلقا . احداهما ميل الأفراد من نفس النوع فى الحيوانات ذوات الدم الدافىء لأن تصبح أكبر حجما فى المناطق الباردة. فعندما يتضخم الحيوان من شكل معين ، ينمو داخله بأسرع مما ينمو سطحه الخارجى، ومن ثم كان معدل الحرارة الذى ينتجه أكبر من معدل الحرارة الذى يفقده . ولقد بين الباحثون فعلا أن متوسط وزن الانسان يرتفع بانخفاض معدل حرارة جسمه . وهذا بصفة عامة ينطبق على المجموعات السكانية التى ظلت فى أوطانها لم تغادروها منذ مدة طويلة . أما المثال الآخر فهو يتعلق بحجم الأجزاء المتطرفة (حجم الذراعين والساقين والأذنين والأنف) فهذه أصغر فى البلاد الباردة وأكبر فى البلاد الدفيئة ، لنفس السبب وهو الاحتفاظ بالحرارة أو فقدها . ويخضع الانسان أيضا الى هذه القاعدة ، فالصحارى الحارة سكانها نحاف الأجسام طوال الأطراف . والمناطق الباردة يسكنها أقوام قصار القامة ممتلئو الأجسام .

وهذا لا يسعفنا فى معالجة السلالات التاريخية الرئيسية التى نعرفها . وربما كانت أبرز الصفات السلالية هو اللون الأسود الذى يميز بشرة الزنوج فلون بشرة الزنوج جاء نتيجة لتركز الميلانين تحت البشرة ، والميلانين صبغة بشرية غالبة تعكس ضوء الشمس وتحمى البشرة من الأثر المدمر للاشعة فوق الحمراء . وأليس يبدو بديهيا أن يكون الزنوج وهم يحفون بخط الاستواء فى أفريقيا وفى غربى المحيط الهادى قد اكتسبوا اللون الأسود ، استجابة مباشرة لأشعة الشمس القوية فى هذه المناطق ؟ هذا شىء معقول . ومن العبث أن ننكر هذا التكيف الذى لا يزال يعمل حتى الآن . ولكن أجزاء كبيرة من بيئة الزنوج تظللها فروع الأشجار ، غير متعرضة لأشعة الشمس . وهى فى الحقيقة أكثر قسوة فى الصحارى بعيدا عن خط الاستواء . والأقزام بلا شك من سكان الغابات ، سواء كانوا فى أفريقيا أو فى بيئاتهم الأخرى فى جنوب شرق آسيا .

على كل حال فهناك من الشكوك حول هذا التفسير ما يحدونا الى أن نعنى بتفسيرات أخرى . منها أن الصيادين فى الغابة فى حاجة الى لون يحميهم ويموه على الحيوانات وجودهم ، ولذلك فان اللون الأسود هو أكثر الألوان التى يمكن أن تخفيهم فى ظلال الغابة . ومنها أيضا أن هذا اللون الداكن قد يتضمن فوائد أخرى لهم مثل حمايتهم من الأمراض التى سنتحدث عنها فيما بعد .

وأسهل من ذلك هو أن نعالج المشكلة مباشرة ونقول ان الزنوج وعدوا الى حوض الكونغو حديثا ، وانهم قضوا فترة تكوينهم السلالى صيادين وسماكين فى اقليم حشائش السودان جنوبى الصحراء الكبرى ٠ واذا كان الأمر كذلك فربما كان اقاربهم الاقــزام يمثلون الموجات الأولى من الهجرة الى الغابة ، وأول من لاءموا أنفسهم من سلالتهم لظروف الغابة قبل ادخال الزراعة ، ولكن بعد أن كانوا قد اكتسبوا اللون الداكن ٠ أما الحجم الصغير الذى يمتازون به فلابد وأنه سهل عملية الصيد داخل الغابة وجعلهـا أقل عناء وأسرع ٠ وأما عن الشعر الصوفى فمن السهل تفسيره (ولكن لا يزال دون برهان) فهو حاجز ممتاز ضد أشعة الشمس ٠ وماذا عن الشفاه الغليظة ؟ ان كل تفسير يحاول شرح أسبابها انما هو تفسير واه ٠ فربما كانت أثرا جانبيا لبعض خصائص الصبغة الكثيفة تحت الجلد مثل المقدرة على نمو أنسجة سميكة ، بل أن اللون الأشقر هو بلا شك صفة جانبية لانعدام الصبغة من تحت الجلد ، وانتشر فى شمالى اوروبا ٠

ويقع البوشمن والهوتنتوت أبعد قليلا عن الزنوج والأقزام فى جنوبى أفريقيا ٠ وهم صغار الجسم ، أو على الأقل أقل حجما من المعدل ، ولهم وجوه تتميز بأنها صغيرة عريضة مسطحة ٠ وتبدو عليهم ملامح الطفولة ٠ وجماجمهم ذات أركان خمسة ، ويبدو أن هذا ميراث قديم ٠ ولون البشرة عندهم أسمر ضارب للصفرة وليس داكنا ٠ ولـم تفسر أى صفة من صفاتهم هذه ٠ رغم أنه قيل أن صغر أحجامهم يرجع الى ندرة الطعام والماء فى بيئتهم ٠ واللون الفاتح فى بيئة مكشوفة مشمسة يتعارض مع نظرية الصبغة تحت الجلدية التى قبلت من قبل ، واستخدمت فى مجال تأييد نظرية التمويه فى ألوان البشرة مما يكسب السلالة حماية ضد الوحوش المفترسة ، وهــذا اللون يبدو ملائما جميلا فى عين الانســان ٠

ويمتاز البوشمن والهوتنتوت بصفة أخرى ، هى صفة تضخم العجز steatopygia فاذا تغذت النساء جيدا ٠ تراكم لديهن كميات كبيرة من الدهن فى اعجازهن ٠ ويبـدو أن هذا مخزن بسيط للدهن يذكرنا بالمخزن الذى اكتسبه الجمل فى سنامه ، وهو مخزن لا يتوزع على الجسم كله توزيعا قد يكون نقيصة فى بيئة حارة ٠ وهذه الصفة تبين الانتخاب التكيفى وهو يعمل فى تشكيل سلالة معينة ٠

ويقدم القوقازيون أفضل تعليل للون البشرة بوصفه واقيا ضد الأشعة فــوق البنفسجية ٠ فهم ينتشرون من شمالى أوروبا الملبدة بالسحب ، حيث الأشعة فــوق البنفسجية للشمس قليلة جدا ، ومن ثم فهى ليست مقبولة فحسب بل مرغوب فيها ، حتى الصحراء وشبه جزيرة الهند ذات الشمس المحرقة ٠

والملاءمة بين أشعة الشمس ولون البشرة على طول هذا الامتداد جيدة ٠ هذا التدرج

فى لون البشرة . من اللون الفاتح وصفة الشقرة حول البحر البلطى . الى اللون الأسمر الفاتح فى حوض البحر المتوسط والأسمر فى أفريقيا وبلاد العرب . والأسمر الداكن فى الهند • وهكذا أدت الاقامة مدة طويلة كافية مع بعض الاختلاط بغيرهم الى اكتساب اللون الداكن فى الجنوب ، ويمكن أن يقال ان الانتخاب الطبيعى مسئول عن هذا •

ومن ناحية أخرى فصفات القوقازيين الأخرى مثل الوجه المستطيل ، والأنف البارز لا يمكن تفسيرها على أساس الحاجة الى التكيف مع البيئة • وعلى العكس من ذلك فى حالة المغول ، الذين يتصفون بصفات متجانسة ، يبدو أنها متسقة مع تاريخهم السلالى• فالرجل الغربى وليس الشرقى هو – من وجهة نظر التطور – لا ينسجم أو يتفق تماما مع البيئة ، ولا يمكن تفسير صفاته • فالأنف اللوزية المغولية غائرة بين أجفان دهنية ثقيلة تحميها . والأنف مع الجبهة مسطحة . والوجنات عريضة وممتلئة • فهذه هى الصفات التى تدور حولها صفات شعوب شرقى آسيا • وتصل الى أكمل صورها وأكثرها تجانسا فى الأجزاء الشمالية الشرقية من القارة . من كوريا نحو الشمال •

ويقال أن الصفات المغولية اكتسبت نظريا تحت ظروف الانتخاب الطبيعى خلال الفترة الجليدية الأخيرة ، بين شعوب انحصرت شمالى الثلاجات التى تغطى الجبال، ووضعت فى ظروف البرد الشديد ، لابد وأنها أزاحت الصفات التى لا تلائم هذا البرد بالطريقة الداروينية الصحيحة • فالأفراد الصغار أصيبوا بالالتهابات الرئوية وأفناهم البرد • واذا كانت صورة التطور لدينا سليمة صحيحة . فهذا الشكل للوجه هو آخر تطور بشرى كبير • ولا يمكن أن يكون قديما جدا • لسبب واحد ، هو أنه لابد للسكان من أن يصلوا الى درجة كبيرة من المهارة فى الصيد وأساليب العيش حتى يستطيعوا مجرد البقاء واجتياز فترة البرد الشديد ، وهذه مرحلة لم يصل اليها الانسان قبل العصر الحجرى القديم الأعلى (الذى بدء حوالى ٢٥٫٠٠٠ سنة ق•م•) ولسبب آخر وهو أن هذا التطور أو التكيف لابد أنه حدث بعد أن هاجر الهنود الأمريكيون عبر ممر برنج الى العالم الجديد ، والهنود الأمريكيون مغول الصفات بدون شكل الوجه • (ولا يبين امتداد المغول الحقيقيين الى أمريكا الشمالية سوى الاسكيمو) • كل هذا يوحى بأن عملية التكيف المغولى قد استغرقت عددا قليلا نسبيا من الأجيال (حوالى ٦٠٠ جيل) ما بين ٢٥٠٠٠ و ١٠٫٠٠٠ ق•م•

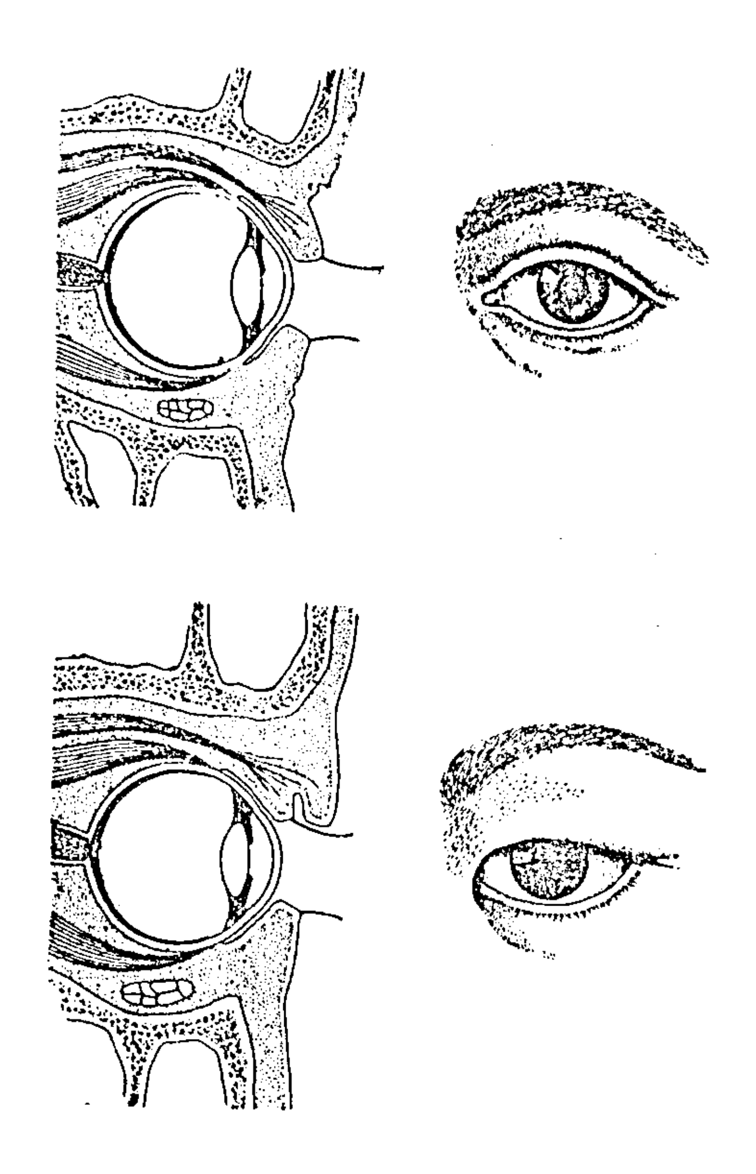
هذه المناقشة حتى الآن تعامل البشر كما لو كانوا مجرد حيوانات ثديية تعيش تحت سلطة الانتخاب الطبيعى وغيره من قوى التطور • وهى لا تقول الا قليلا عن السبب الذى من أجله غزا الانسان البيئات المختلفة ، التى شكلته ، وكيف انتهت به هجراته الى التوزيع الجغرافى الذى نجده عليه الآن • ولكى نفهم هذا لابد وأن نأخذ فى

الاعتبار صفات الانسان ومقدراته الخاصة · فلقد خلق ثقافة ، ومحيطا انسانيا للعمل والنمو ، مما يجب اضافته الى عناصر الشمس والثلج والغابة والسهل ·

ولنبدأ من البداية · فقد بدأ الانسان مخلوقا يشبه القرد ، نباتيا بالتاكيد مرتبطا بالبيئة الغابية بالتاكيد أيضا ، محدودا – مثل بقية الرئيسيات الأخرى – بالبيئة المدارية أو دون المدارية · وعندما بدأ يمشى ، بدأ يوسع مجاله · وتقدم فى مجالات متعددة ، فى مجال صناعة الآلات ، ومجال النظم الاجتماعية ومجال الذكاء · وتعلم تنظيم جماعات ذات كفاءة معينة ، مسلحة باسلحة لم تمده بها الطبيعة · وبدأ يأكل اللحم وبعد ذلك بدأ فى طهيه ، واتسع مجال طعامه باتساع امكانياته فى استخدام وقته ، ووجهته حـرفة صيد الحيوان فى اتجاهات متعددة ·

كل هذا بدأ يحـــدث خلال مرحلة القـــردة الجنوبيين Australopitheccines ففى اثناء هذه المرحلة وضعت هذه الانجازات الانسان فى مستوى جديد بامكانية وصوله الى انحاء الارض المختلفة ، وليس فقط تلك الأنحاء التى يستطيع أن يجد فيها طعامه بسهولة ، أو التى يستطيع أن يحس فيها جلده بالراحة · ولم يستطع أن يصل الى أقصى مداه الا بعد انتهاء العصر الجليدى ، ولكنه ترك معظم الأرض فارغة معظم الوقت · وعندئذ أصبح انسانا عاقلا له مخ كبير · وصنع آلات ، مكنته من أن يصنع له ملابس من جلود الحيوان · واخترع المقلاع لكى يتسع مجال صيده ، كما اخترع الرماح والنبال والقوس والسهام · واستخدم الكلاب ليوسع مجال حواسه وهو يقتفى أثر الحيوان · ووجد ما يمكن أن يؤكل من حصاد البحر وشطآنه · وأصبح يستطيع أن يتحرك ولكن ببطء ، ولم يكن مجازفا مطلقا · ولكن حمى الصيد اصبح ثمينا لديه ، واضطر الى أن يرتاد حمى أوسع مع تزايد عدده · وبذلك ادى ضغط السكان وسيطرة الانسان على البيئة – رغم بدائيته ، الى أن يجوب الصياد فى نهاية العصر الجليدى العالم القديم حتى أستراليا جنوبا ، وحتى اقصى الشمال شمالا ، وعبر مضيق برنج ، وعلى امتداد الأمريكتين حتى تييرادلفويجو ، وحتى ذلك الوقت لم يكن هنــاك الا اناس بدائيــون لا يكادون يصنعون الة حجرية ، وانتهى هذا كله بالاسكيمو الحاذق المعتمد على نفسه، الذى ينصب الشراك ويشحذ الأسلحة ويصنع الزلاجات ، ويجيد فنون الصيد ·

وقد وصل انتشار الصيادين وهجراتهم مداها منذ حوالى ١٠ر٠٠٠ سنة · وسكن البيض أوروبا وشمالى أفريقيا والشرق الأدنى ، وامتدوا شرقا حتى وسط آسيا وحـولا الى ساحل المحيط الهادى · وسكن الزنوج الصحراء الكبرى ، التى كانت أكثر خصبا وأوفر ماءا حينئذ وسكن الأقزام الغابة الاستوائية ، والى الجنـوب السـهوب سكن البوشمن وحدهم · وسكن اقزام آخرون معظم الهند وجنوب شرقى آسيا ، بينما سكن



العين اللوزية للسلالة المغولية · من بين صفات التكيف الكبرى مع البيئة·
وتبدو فى الرسم الثنية المغولية للعين (أسفل) وهى تحمى العين ضد
الشتاء الاسيوى القارس · أما الرسم اعلى فهى تبين العين القوقازية
بغطائها ·

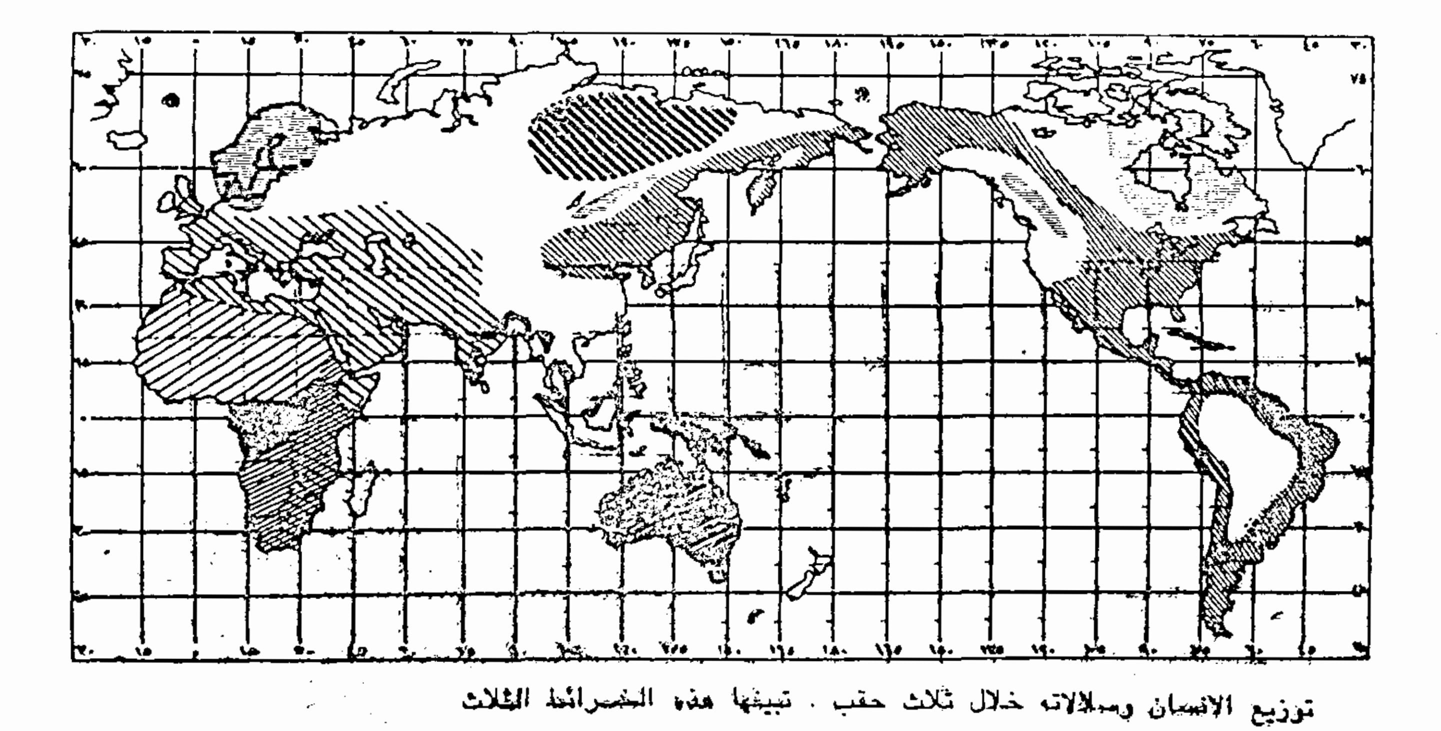
السهول المكشوفة لهذه الاقطار والاستراليا شعوبا تشبه الاستراليين الأصليين الحاليين. وامتد الهنود الأمريكيون من الصين ومنغوليا عبر الاسكا حتى مضيق ماجلان جنوبا ولم يصل الشعوب ذات الصفات المغولية الصرفة القوية حينئذ لكى تسود الشرق الأقصى .

وخلال هذه الفترة اعتمد الانسان على ما يقدمه الصيد من طعام . ولذلك كانت الشعوب منتشرة على شكل جماعات منعزلة . لا تزال قريبة من الطبيعة (كما نتصورها) وكان الانسان مهيئا للتطور السريع عن طريق الانتخاب الطبيعى ، معتمدا على الصدقة فى تمييز الجماعات البشرية المنعزلة بعضها عن بعض .

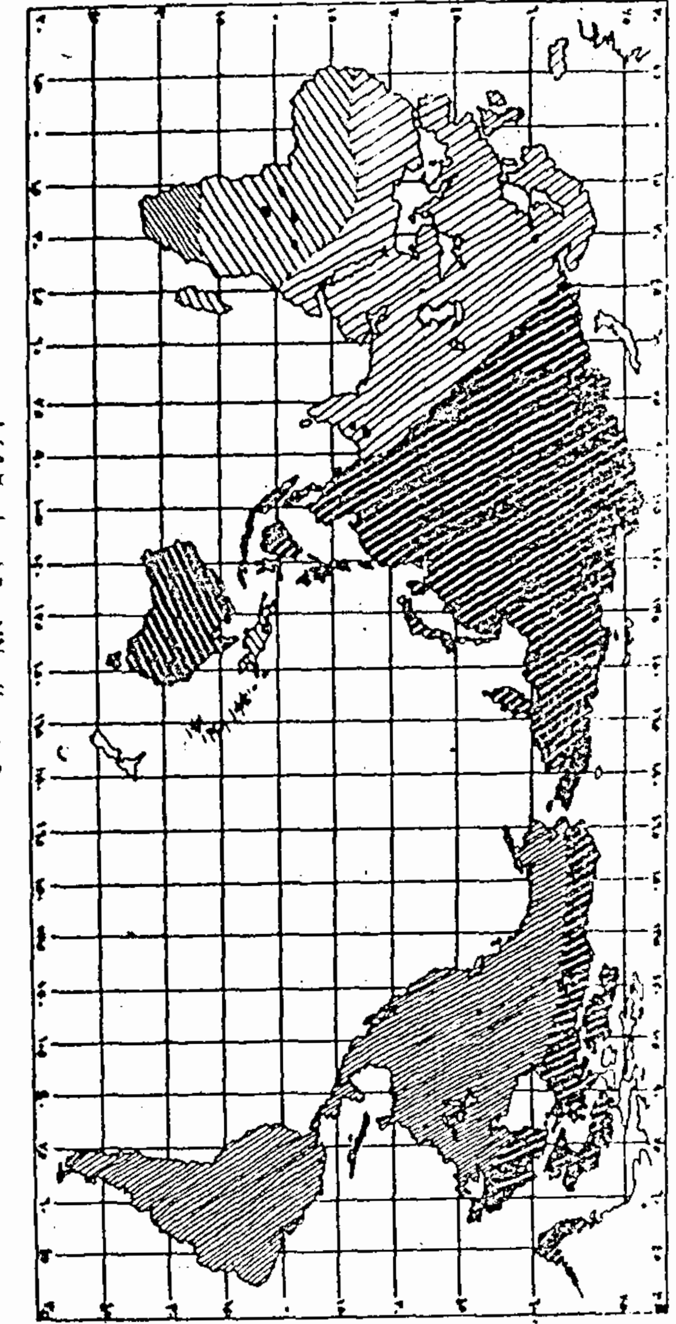
ثم بدأ العصر الحجرى الحديث ، بدء تغير كبير . فقد اخترعت الزراعة ، بدائية فى أول الأمر غير كافية وضئيلة . ولكنها تطورت حتى أصبحت قادرة على تغذية أعداد كبيرة من السكان ، وحررتهم من عناء البحث عنه . وزال القيد على نمو السكان ، ومعها ضرورة الحياة فى عزلة ، وضرورة التباعد بين الجماعات البشرية ، والنظر بحرص على الحدود . وعندما أصبح هناك فائض من الطعام نشأت ضرورة التجارة بين الجماعات البشرية . ثم نشأت المراكز التجارية والسياسية وهى فى نفس الوقت مراكز التقابل والترابط بين هذه الجماعات البشرية ، وانمحت العزلة وحل محلها الاتصال . حتى ولو كان معنى الاتصال هو الحرب .

ولم يكن هذا التغير سريعا بمقياسنا ، ورغم أنه لو قيس بسرعة العصر الحجرى القديم لبدا كما لو كان بسرعة البرق . فان النظام الاقتصادى الجديد ثبت الناس فى أماكنهم بصلابة أكثر ، حقا قد ازاح الفلاحون من سبقهم من الصيادين وحلوا محلهم ، منذ يوم اكتشاف الزراعة حتى اليوم الحاضر ، فحيث لا يزال البوشمن معمرين ، نجدهم يفقدون أراضيهم فى جنوب غرب أفريقيا . فهؤلاء البوشمن وبعض شراذم الاستراليين الأصليين والاسكيمو وجماعات قليلة غيرهم هم كل من تبقى ممن سبق من الصيادين . كما أنه من ناحية أخرى لا يزال يعيش ممثلون من الفلاحين البدائيين يمثلون مستوى زراعة العصر الحجرى الحديث بعد آلاف السنين من بدء هذه الزراعة .

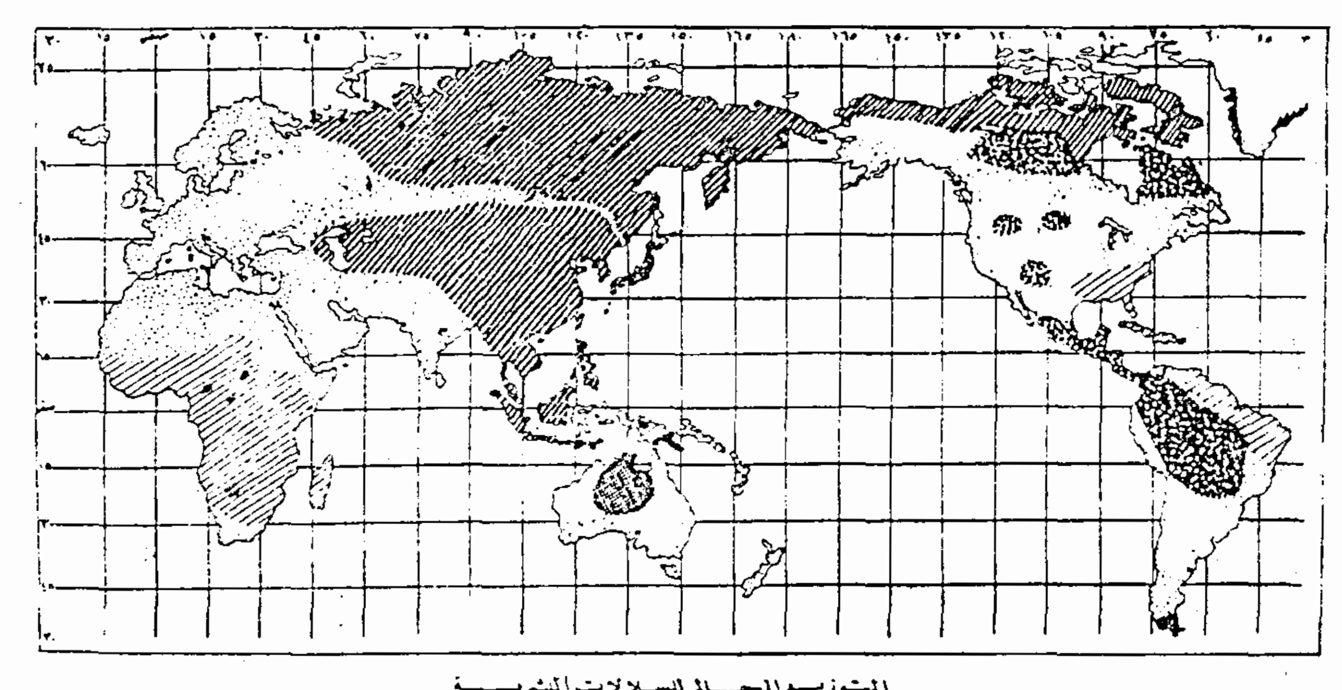
رغم ذلك فقد زادت سرعة تنقل الناس ، ولا تزال تزداد منذ ذلك الحين . وكان الفلاحون الأوائل فى الغابات يجمعون بين الزراعة وحياة البداوة ، يتحركون كل جيل يتنقلون من أرض الى أخرى بعد أن يكونوا قد انهكوا تربتها ، مهما ثبتوا فى مكان أثناء رحلتهم . وقد أمكن تتبع آثار الدانوبيين القدماء الذين عاشوا منذ ٦٠٠٠ عام ، وعندما كانوا يمارسون نفس الزراعة المتنقلة التى يمارسها الافريقيون ، أو هنود الايروكوا أو اليانكى الرواد . وقد قام نظام اقتصادى آخر من تربية الحيوان الا وهى



توزيع الانسان وسلالاته خلال ثلاث حقب . تبينها هذه الخرائط الثلاث فالخطوط الأفقية فى الخريطة الأولى تبين توزيع الغطاء الجليدى حسب ما لدينا من أدلة . ويعتقد أنه حوالى ٨٠٠٠ ق٠م٠ انتشر المغول الأوائل من العالم القديم الى العالم الجديد ، ثم بعد ذلك انتشر المغول الى بقية جنوب شرقى اسيا وتبين الخريطة السفلى التوزيع عام ١٠٠٠ م عندما سيطر المغول على شمالى كندا وجنوبى جرينلنده ، وأول هجرات المغول الى العالم الجديد . وتدهور توزيع الأقزام والبوشمن فى افريقيا واستمر حتى الوقت الحاضر (أنظر الخريطة الثانية)



توزيع السلالات قبل عام ١٤٩٢



التوزيع الحالى للسلالات البشرية

يعكس التوزيع الحالى للسلالات البشرية انتشار البيض انتشارا واسعا ثم يليهم المغول والزنوج . وقد اتسع نطاق البيض على حساب المغول فى الأمريكتين وعلى حساب البوشمن فى جنوب افريقيا والأصليين فى استراليا، ثم توغل الروس فى وسط وجنوبى سيبيريا .

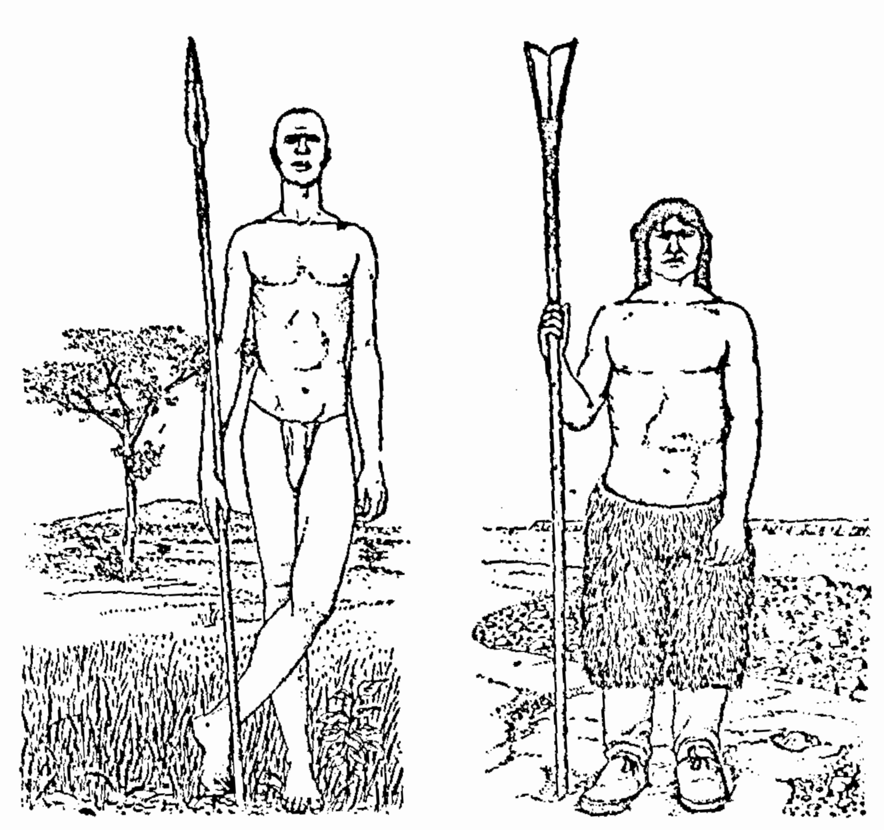
البداوة · وكان الرعاة اخف حركة . وامتازوا بحب الحرب والسيطرة فى التاريخ · ولكن مع ادخال وسائل الرى استقر الزراع بل وطوروا نظاما حضريا . كانت مراكز لمدنيات راقية · فهذه المراكز التى جمعت البشر حولها . تحولت الى قواعد ثابتة يتم عن طريقها تم الاتصال سلما او حربا بالعالم الخارجى ·

اما بقية القصة فمكتوب بشىء اكبر من الوضوح · فقد فتحت المحاصيل الجديدة او وسائل الزراعة الجديدة مجالات جديدة ، مثل افريقيا الاستوائية ، وسهول الولايات المتحدة الشاسعة ، التى لم يفلح الهنود قط فى زراعتها · كما ساعدت المواد الجديدة مثل النحاس والقصدير فى تعمير بلاد جديدة كان من الصعب استعمارها ، بوصفها مصادر للمواد الخام أو محطات للتجارة · ومن ثم قامت جزيرة مثل كريت من العدم لتصبح سيدة شرقى البحر المتوسط عدة قرون · وحدثت حركات هجرة كبيرة قبل ان يبدأ المؤرخون تدوين التاريخ بوقت طويل · فصورتنا عن العالم البدائى صورة حزينة وتحرك زنوج البانتو الى وسط افريقيا وجنوبها ، وتحرك المغول جنوبا من الصين ، والى اليابان ، وطغى القوقازيون على الهند ، موطن الاقــزام الأسيويين وشــعوب استرالانية اخرى ، وحرك هذا هجرات اخرى فى كل مكان ، فهاجر البولونيزيون مثلا الى المحيط الهادى ·

وجاءت اكبر حركة مع ظهور الملاحة الأوروبية عبر البحار · (حقا لقد سبق البولونيزيون فى ركوب البحر المحيط من قبل) ولكنهم لم يكونوا اصحاب حضارة فلم يسبق أن ارتطمت سفينة بقارة فى طريقها ، كما فعلت بروفيــدانس التى حملت كولومبوس · وتدفق الأوروبيون على العالم من القرن الخامس عشر حتى القرن التاسع عشر ، فأجبروا الشعوب المتمدينة الأخرى على قبول الاتصال بهم واخضعوا أو ازالوا غير المتمدينين · ولذلك أصبح لدينا مرة أخرى توزيع مختلف تماما للنوع البشرى عما كان عليه قبل عام ١٤٩٢ ·

ويبدو واضحا اننا نقف الآن على عتبة عهد جديد · فالاتصال بين الشعوب مباشر، والحدود قد اغلقت والمنافسة حادة · ومن الصعب اليوم أن نتتبع اللياقة الفزيولوجية للسلالات ، بل ان الانجاب أصبح مقيدا بقيود شديدة ، من الطب والنظم الاجتماعية · وستتاثر الصورة السلالية للمستقبل تاثرا اقل بالانتخاب الطبيعى ومقاومة الأمراض، ولكنه سيتاثر اكثر بنجاح سياسة الشعوب وتحكمها وضبطها لعددها · ويبدو أن نهاية الأوروبيين على مثال ما حدث فى العالم الجديد · فقد كان التاريخ كما عهدناه هـــو فى الأغلب تاريخ الانتشار الاوروبى ، انتشــار افق الأوروبيين وانتشار الشــعوب الأوروبية ولكن الأمر انتهى فى الصين باستيعاب الاختراعات الغربية ، وفى افريقيــا بعاطفة تاكيد الذات ، مما سيؤدى الى تاكيد الاختلافات السلالية ، وحفر حدود واضحة

لها اكثر مما قبل ، وأعمق مما كانت منذ قرون · وماذا سيفعل الانسان بعد بنفسه ، هذا سؤال فى ضمير الغيب ، وليس علم الانثروبولوجيين ·



تكيف الانسان للمناخ يمثله هذا الشخص النيلى ، زنجى من السودان (الى اليسار) والاسكيمو القطبى (الى اليمين) · فالزنجى يمتاز بمساحة اكبر للجسم ، مما يسهل طرد الحرارة غير المطلوبة من الجسم كما أن حجم الاسكيمو الكبير بالنسبة لمساحة جلده يجعله يحتفظ بحرارته ·

القسم الخامس

بعض الانماط العامة

فى التاريخ المبكر للحياة

مقـــــدمة

فى هذا القسم الاخير من الكتاب ، نود أن ننظر الى بعض الظاهرات الكبيرى فى السجل الحفرى ، وخصوصا الجزء الذى يسجل الستمائة مليون سنة التى شغلها زمن الحياة القديمة وقد رأينا فى القسم الأول كيف تفاعلت الكائنات العضوية مع بيئتها او كما عبر عن ذلك دوبزنسكى كيف احتل كل نوع ركنا فى اقتصاديات الطبيعة· وفى عالم ثابت لا يتغير نتوقع أن الحياة تصل الى اقصاها فى النوع والعدد بالنسبة لكل نبات وحيوان · ولكن العالم ليس ثابتا · ففى عالم الحيوان يظهر جديد باستمرار بفعل عاملى التنوع الذى تحركه الطفرة والتكاثر الجنسى · وفى العالم غير العضوى هناك تغير دائم بسبب عمليات النشاط الجيولوجى · ومن ثم نستطيع ان نتنبأ بشكل

عام ٠ ان تاريخ الحيـــاة سيستمر فى سيره متوافقا مع التطـــور الدينامى لكوكب الأرض ٠

ما هى اذن اتجاهات الحياة عامة منذ ان ظهرت ، أى منذ بلايين السنين ؟ أولا حدثت زيادة فى تعقيد أجهزتها المنظمة ، من الكائنات وحيدة الخلايا ، مثـــل الطبقة الخارجية أو المضغة الظاهرة ectoderm للسمك الهلامى الى الأعضاء المعقدة مثل عين الحشرة ، من شبكة أعصاب دودة الأرض الى النظام العصبى المعقد للكلب وقمة هذا التركيب بطبيعة الحال هو تركيب الانسان بشعوره وعقليته المفكرة ٠

الاتجاه الثانى فى حياة الانسان هو انتشار الحياة وامتدادها قدما لكى تشغل وتسكن أنواعا مختلفة ومتعددة من البيئات ، من المياه الملحة البحرية الى المياه العذبة ، من الشطان الرطبة الى الهضاب المرتفعة ، من سطح الأرض الى داخل الأشجار والسماء، من التربة والكهوف فى أسفل ، الى المغامرة فى الفضاء حديثا ٠ ومع هذا الانتشار والامتداد فى البيئات حدث تنوع يقابله فى الأحياء ، فمع ازدياد اركان البيئة ، حدث تكيف من الكائنات الحية يلائم الحياة فيها ، وحدثت زيادة فى الأنواع وكان هـــذا التنوع يؤدى بدوره الى زيادة الحوافز وزيادة الأنواع ، فكلما ازداد عدد النباتات والحيوانات المتطورة ، بسبب زيادة الفرص الطبيعية ، ظهرت انواع جديدة من الأحياء لتستغل هذه الفرص الاحيائية الجديدة ٠

والاتجاه الثالث فى تاريخ الحياة هو الازدياد المستمر فى ظهور الأنواع ، بسبب التغير المستمر الذى ينتاب الأرض ابان تاريخها الطويل ٠ فاذا تعدى تغير البيئـــة الاستجابة التكيفية للكائن الحى ، لم يعد قادرا على الحياة فى البيئة ويندثر ٠ ولكنه لن يترك مكانه شاغرا مدة طويلة ، اذ أن الانتخاب الطبيعى سيعمل من خلال التنوعات الكامنة فى صفات الكائن الحى فيظهر كائنا حيا جديدا متلائما مع البيئة لكى يملأ هذا المكان ٠ واذا نظرنا الى الكائنـــات الأعلى ، والى رتبها الراقية ، مثل الرتب والأقسام والقبائل الاحيائية ، نجد أن النتيجة مذهلة ٠ وهكذا نجد انه رغم عدم وجود أنواع من الأسماك الرخوة ذات المصراعين معمرة من العصر الكامبرى ، فان هذا القسم من الرخويات لا يزال معمرا منها حتى الآن ٠ كيف ؟ لأن الشكل العام الأساسى لهـــا قد بقى متلائما مع حياة بحرية ٠ (قارن العجلة ، التى ظلت مفيدة رغم تفاوت أشكال العجلة التى ظهرت واختفت) ٠

ورغم أن الاندثار هو النهاية الطبيعية الحقيقية لكل الأنواع _ ان لم تكن فى الأقسام الأعلى التى تنتمى اليها ، فهناك حالات قليلة حيث عاشت أنواع أو على الأقل أجناس مدة طويلة من الزمن ٠ وهذه تسمى الحفريات الحية تمثل اشكالا متلائمة بشكل

عام تستطيع أن تقاوم تغير البيئة وقتا طويلا · وهذا قد يبدد موجة التشاؤم التى تحيط بمستقبل نوعنا · فجوهر الكائن البشرى هو مقدرته على أن يتلاءم مع البيئة · ولما كانت هذه الملاءمة ثقافية كما أنها نوعية ، فاننا نستطيع أن نستجيب بسرعة مع تغير بيئاتنا · وأكثر من هذا فنحن بما وهبنا من ذكاء نستطيع ان نتنبأ بالتغيرات التى يمكن ان تحدث فى بيئاتنا مقدما ، ونستعد لملاقاتها · ويبقى أن نرى ما ان كنا ندرك هذه المقدرة فينا·

ويناقش نيويل Newell فى مقاله عن «الأزمات فى تاريخ الحياة» كلا التغير والثبات كما يبينه السجل الحفرى · وكما يشير نيويل فقد فسر العلماء السابقون لنا اختفاء مجموعات كاملة من النباتات والحيوانات على أنها نتيجة كوارث عنفة كانت تحدث بصفة دورية ، او فجاة ، او ثورانات طبيعية · ورغم ان علماء الأحياء الحديثين ينفرون من قبول نظرية الكوارث هذه ، الا أن السبب الحقيقى لاندثار الأحياء لا يزال بعيدا من افهامهم ، وان اقتربوا كثيرا منه ·

وقد بين نيويل بوضوح ظاهرة الاندثار الجماعى المحيرة : اختفاء نسبة كبيرة من الاحياء تسكن مساحة واسعة من الأرض · فتنوع الأحياء كله يندثر فى نهاية العصر البرمى والكريتاسى ، وهذا يحتاج لسبب كبير يضاهيه · وما نراه سببا او عاملا فى اندثار اللافقاريات التى تعيش فى اعماق البحار ، يؤثر أيضا فى حياة الفقاريات التى تعيش فوق ظهر الأرض · ولكن يعقد من هذا أن الفترات التى تمتاز باندثار النباتات والحيوانات قلما تتفق معا ·

ويقول نيويل انه مهما يكن سبب الاندثار ، فانه لا بد وأن يتفق مع تغيير بيئة الكائن الحى الذى على وشك الاندثار او تحطيمها · ففقدان البيئة يقلل المدى الجغرافى والتنوع المكانى للكائنات الحية التى تسكنها · كما أنه لايقلل عدد الأفراد الكلى فحسب، بل انه يقلل أيضا عدد الجماعات المنعزلة نسبيا ، وهذا امر لا يقل خطورة عن سابقه · ويرى نيويل ان طغيان ماء البحر فوق القارات وانحساره عنها خلال الزمن الجيولوجى يسبب تحطيما للبيئات ، ويصحب ذلك اندثار كلى للاحياء · ورغم ان هذا المقال كتب قبل صياغة نظرية تكتونية الصفائح Plate tectonics الا انه كان واعيا لدور العوامل التكتونية فى تشكيل احواض المحيطات وفى احداث تغيرات فى مستوى سطح البحر فى العالم · واخيرا فان نيويل يؤكد الدور الذى تلعبـــه الأنواع الرئيسية فى المجتمع الاحيائى ، مما يؤدى الى تداعى واندثار الأنواع الواحد بعد الآخر مثل تداعى قطع الدومينو ، ولا سيما بين الأنواع التى تعيش معتمدا بعضها على بعض ·

ويناقش فالنتين ومورزفى مقالهما عن « تكتونية الصفائح وتاريخ الحيـاة فى

المحيطات ، الأثر العالمى الذى يحدث من طغيان مياه البحر ، والذى يحدث نتيجة تحطم الكتل الأرضية واعادة تجمعها ، من تغير البيئة وتغير الاستجابة الاحيائية لها ٠. ونحن نتوقع بالطبع أن تحدث التغيرات التكتونية آثارا كبيرة فى بيئات العالم ٠ ويبين فالنتين ومورز ما هى هذه الآثار وكيف تؤثر فى تنوع الحياة ٠ وهما يقولان انه عندما تكون القارات عامة كبيرة وقليلة العدد ، يكون المناخ أكثر فصلية وتذبذبا مما لو كانت متنوعة تنوعا شديدا ، واقرب الى الثبات فى الحالة الثانية وعندما تصبح الحياة ثابتة مستقرة فانها تدعو الى الحياة المتنوعة ، لأن الكائنات الحية تجد الوقت الذى تتنوع فيه وتتخصص ، ومن ثم تنتج انواعا اكثر ، أما البيئات المتغيرة ، فهى تحبذ الكائنات العضوية غير المتخصصة، والتى تستطيع الحياة فى مجال فيزيائى وكيميائى أوسع ٠ ومن ثم قل عدد الأنواع فيها ٠ يضاف الى هذا أن موارد الطعام تختلف باختلاف خطوط العرض ، فالقارات المدارية تتمتع بموارد طعام ثابته طول العام ، بينما يتذبذب موارد الطعام فى العروض العليا حسب الفصول ٠ ومن ثم كانت الحيوانات البحرية اكثر تنوعا من الحيوانات الباردة وأخيرا فان القارات المتمزقة رفارفها القارية ضحلة ومنعزلة بعضها عن بعض بعكس رفارف القارات الملتصق بعضها بالبعض والمكونة من قارة واحدة كبرى لها رفرف واحد يحيط بها كلها ٠ وكما لاحظنا فى القسم الأول ، تؤدى عزلة المجتمعات جغرافيا الى تنوع الاحياء ، ومن ثم يكون لدينا تنوع كبير فى الحياة ، عندما تتباعد القارات ، اكثر مما يكون لدينا عندما تتجمع ٠

على هذا المنوال من البراهين ، يستمر فالنتين ومورز فى بيان كيف يتفق ارتفاع وانخفاض تنوع الأحياء البحرية مع زحزحة القارات وتكتونية الكتل القارية ٠ فانتشار الحياة الأول الذى حدث فى أواخر عصر ما قبل الكامبرى وأوائل العصر الكامبرى يرجع كما يقولان ، الى تحطم القارة الكبرى التى تسمى بانجيا Pangaea ٠ اذ ادى تحطم القارة الى ثبات البيئات وموارد الطعام والى انعزال الرفارف البحرية .. وكل هذا ادى الى زيادة فى تنوع الاحياء ٠ كما ادى التصاق القارات فى أواخر زمن الحياة القديمة لنتائج عكسية ، وانتهت الى أزمة الاحياء فى العصر البرمى ، واندثار كثير من الأحياء البحرية اللافقارية ٠ ولا سيما أن فكرة نوويل عن تحديد البيئات البحرية الضحلة مهمة أيضا فى هذا المجال ٠ (انظر سمبرلوف Simber loff ١٩٤٧ لتقدير كمى لنظرية نيسويل) ٠

وأدى تحطيم القارات الشمالية والجنوبية ، لوراسيا وجندوانالاند الى خلق بيئات متنوعة جديدة ، كما ادى استمرار انفصال القارات فى زمن الحياة الحديثة الى ازدياد فى التنوع ٠ ورغم وجاهة هذه الفكرة ، اى تحطم القارات وتجمعها ، مما ادى الى تكوين بيئات متنوعة من ناحية ، وتركيزها من ناحية اخرى ، والى خلق تنوع كبير فى الأحياء البحرية تارة والى انكماشها تارة اخرى - رغم هذا فان كثيرا من علماء

الأحياء القديمة لا يوافق عليها . ويفسر بعضهم قيام الحياة البحرية واندثارها وتجددها مرة اخرى على مدى التاريخ الجيولوجى بوفرة الرواسب البحرية فحسب (انظر راوب ١٩٧٦) .

ويؤكد مقال كورتن عن « زحزحة القارات والتطور » مرة اخرى اهمية تمزق القارات فى خلق التنوع فى الفقاريات الأرضية ، مثل الزواحف والثدييات . وهنا يأخذ النقاش النحو الآتى : فى أى مساحة معينة يوجد توازن ما من أنواع الفقاريات تتطور فيها . وهكذا نجد فى أواخر زمن الحياة الوسطى حوالى ١٢ رتبة من الزواحف، اكثر من نصفها تطور فى قارة جندوانا الجنوبية واقل من النصف فى قارة لوراسيا الشمالية . وعندما تمزقت هاتان القارتان الى امريكا الجنوبية وافريقيا واستراليا والهند والقارة القطبية الجنوبية من ناحية والى امريكا الشمالية واوراسيا من ناحية اخرى ، فان هذا أدى الى مضاعفة رتب الثدييات التى جاءت بعد الزواحف. وبدلا من ان يرجع كورتين هذه الزيادة فى التنوع الى شيء خاص بظروف الرئيسيات أو الى تنوع فى بيئات القارات فانه يرجعها الى تضاعف بيئى للانواع المتكيفة فى قارات منعزلة جغرافيا بعضها عن بعض .

ويؤيد هذه الفكرة تأييدا قويا ضياع هذا التنوع عندما التصقت أمريكا الشمالية وامريكا الجنوبية واتصلتا معا بعد افتراق دام عشرات الملايين من السنين خلال فترة تطور الرئيسيات . ففى أواخر زمن الحياة الحديثة صنع برزخ بناما ممرا تستطيع ان تعبره الرئيسيات شمالا وجنوبا . وأدى هذا الاتصال بين قارتين كانتا منفصلتين احداهما عن الأخرى ، وبين أنماط متشابهة فى الصفات التكيفية ولكنها منعزلة بعضها عن بعض الى انتشار واسع المدى لأقل الأنماط تكيفا . وبينما كان هناك حوالى خمسين عائلة من الثدييات فى أواخر البلايوسين ، قبيل اعادة اتصال القارتين ، انبثرت عشر عائلات منها فى مئات الملايين القليلة التى انقضت منذ اتصالهما . (انظر فليسا ١٩٧٥ لتأييد آخر لنظرية كورتين) .

وهكذا نختتم هذه القراءات كما بدأناها ، بالمناقشة والتفسير ، بمناقشة الاهمية التطورية للتوزيع الجغرافى للكائنات الحية وتفسيرها . وكما ذكرنا فى القسم الأول، لقد كان لهذه الملاحظة الجغرافية الحيوية اكبر الأثر فى تفكير داروين وفى ارائه. وان فكرة تكتونيات القارات ، التى تدرس تطور جغرافية العالم ، تمدنا بإطار جديد يرى من خلاله علماء الأحياء القديمة تدفق الحياة القديمة فى مدها وجزرها خلال نصف البليون سنة الماضية . وكما قال ذلك العالم الكبير بالاحياء القديمة ، جورج جيلورد سمبسون منذ جيل مضى « ان تاريخ الاحياء يسير متوازيا ومتداخلا مع التاريخ الطبيعى للارض وما تحويه من بيئات » .

قراءات مقترحـــة

Flessa, K. 1975 "Area, continental Drift, and Mammalian Diversity, Palaeontology Vol. 1, pp. 189-194.

وهو يشبه سمبرلوف ، فيما عدا انه يقتصر على زمن الحياة الحديثة ، وعلى الثدييات الأرضية ٠

وكل من المقالين يؤيد بقوة فكرة أن المساحة الجغرافية والتنوع الاحيائى اكثر ترابطا واتصالا ٠ واذا كان الامر كذلك فلا ريب ان زحزحة الكتل القارية وتغير مستوى سطح البحر المرتبطتين بتكتونية القارات لابد وأن كان لهما الأثر الأكبر فى تاريخ الحياة وتطورها ٠

Raup, D.M. 1976. "Species Diversity in the Phanerozoic: Tabulation and Interpretation", Palaeontology, Vol. 2, pp. 279-297.

واحدة من عدة مقالات كتبها راوب فى السنوات الأخيرة تتحدى الفكرة القائلة ان تنوع الأحياء كما يسجلها السجل الحفرى لها اى دلالة تزيد على انها تعكس تراكم الرواسب الحافظة للحفريات ٠

Simberloff, D.S. 1974. "Permo-Triassic Extinctions. Effects of area on Biotic Equilibrium," Journal of Geology, Vol. 82, pp. 267-274.

مناقشة مقنعة فى أن تقلص مساحة بحار العصر البرمى الضحلة تتفق مع الاندثار الواسع للاحياء البحرية فى نهاية زمن الحياة القديمة

Valentine, J.W. 1973. Evolutionary Palaeontology of the Marine Biosphare, Edgeuwood Cliffe, N.J. Prentice-Hall.

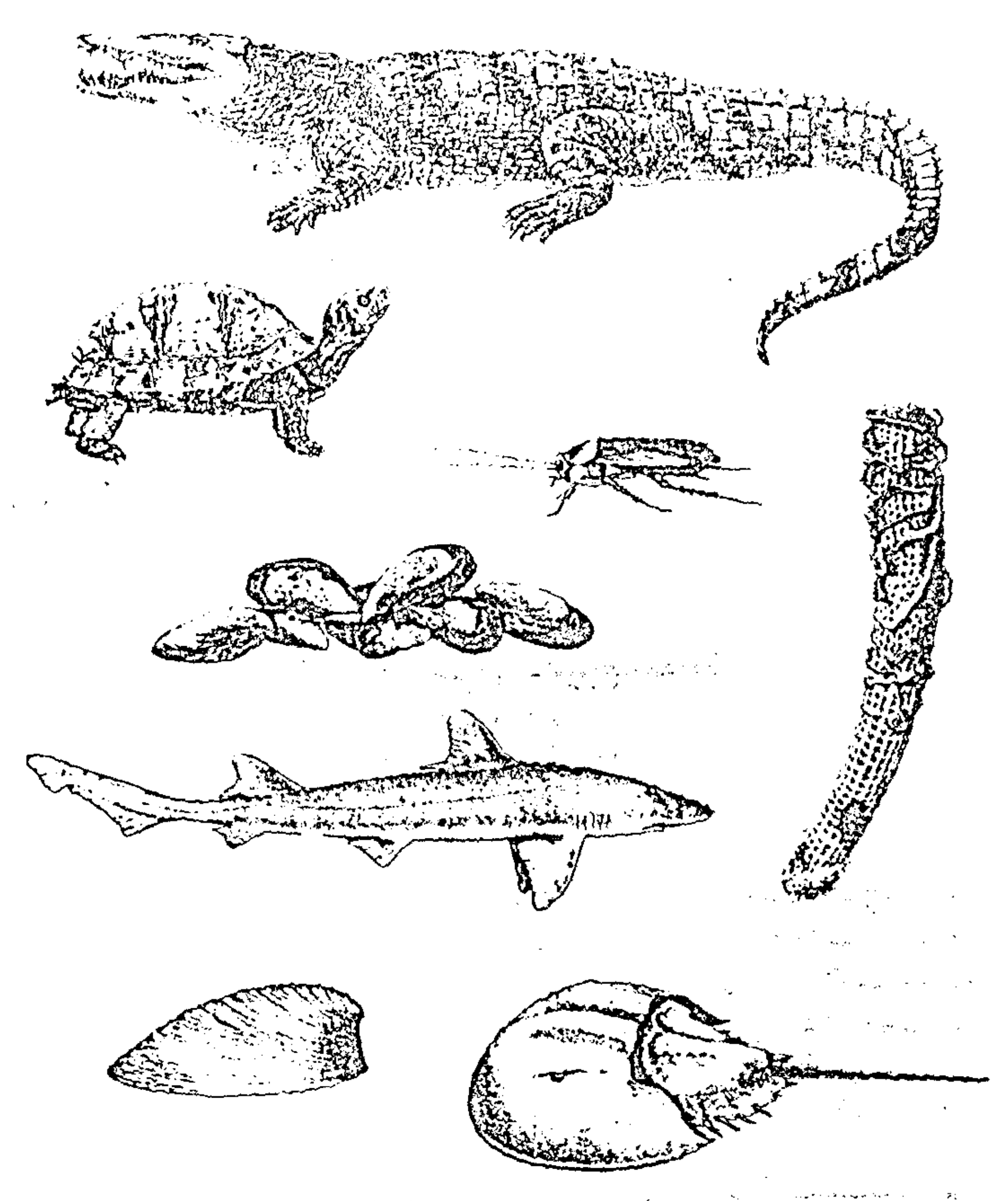
مقال رائع تتكامل فيه تفاعل الكائنات الحيوية الوظيفى والبيئى ، من مستويات متعددة ، من الفرد الى المجموعة الى المجتمع ، حتى الغلاف البحرى باكمله ٠ ولب الموضوع فى الكتاب هو فكرة شكل القارات الذى يؤثر فى تنوع الحياة داخلها ٠ والفصل الأخير يخبرنا كل شىء عن ثلاثة ارباع البليون سنة الاخيرة ٠

١٨ ـ أزمات فى تاريخ الحياة

نورمان د· نيـويل
فبراير ١٩٦٣

كيف حدث أن تموت مجموعات باكملها من الحيوانات مرة واحدة ؟ إن علماء الأحياء القديمة يرجعون الى تفسير قديم وهـو الكوارث الطبيعية · على اية حال فهـذه الكوارث التى يتصورونها لم تكن مفـاجئة ولكن تدريجية ·

لقد كان مجرى الحياة على سطح الأرض مستمرا منذ ان بدا من اربعة بلايين سنة مضت · الا أن السجل الحفرى للحياة الماضية ليس سجلا بسيطا يسجل تاريخـا منتظما للكائنات العضوية · ولكنه يبين فى معظم اجزائه لفترات انقطاع ، او فترات تغير تكاد تكون فجائية فى البيئة ، ويسجل معدلات متفاوتة من التطور والانقراض واعادة السكان · وكانت الاحياء غير المتشابهة يحل بعضها محل بعض كما تحل الجوقة



متحف من الحيوانات يحتوى على احياء ممثلة لاحد عشر مجموعة عانت من ازمات فى تاريخها التطورى · اربع منها يمكن ان ترجع الى العصر الكامبرى القشريات نيابلينا (أ) والسرطان الذى يشبه حدوة الحصان (ب) وسلة زهور فينوس Euplectella (جـ) واحـدى المسرجيات Lingula (د) – حيوان واحد يمثل مجموعة ترجع الى العصر الاوردوفيشى الاوستراكود بايريديا (هـ) · واثنتان ظهرتا فى العصر الديفونى ، سمك القرش (و) بلح البحر والصرصور (ز) يرجع الى العصر البنسلفانى · ومجموعتان نشأتا فى اواخر الترياسى وهما السلحفاة (ح) والتمساح (ط) اما الابوسوم (ى) فظهر فى العصر الكريتاسى ·

محل غيرها • وقد صحب التغير البيئى الذى انتاب القارات كلها اندثار الاحياء اندثارا جماعيا ، وهجرة بعضها او هروب بعضها بسرعة وما صحب ذلك من اخلال بالتوازن الاحيائى على المستوى المحلى والعالمى كذلك •

ان كتاب تاريخ العالم وأبوابه وفصـــــوله الرئيسية ـ الأزمنة ، والعصور ، والفترات ، احتلتها لعشرات بل مئات ملايين السنين مجموعات حيوانية ونباتية متميزة ثم بعد مرور أجيال من التطور المنتظم والنجاح الاحيائى ، تندثر مجموعات عـــديدة وتفنى • ان سبب هذا الاندثار الجماعى لا يزال غامضا ، ويظل مشكلة كبرى فى تاريخ التطور •

وقد أطلق برتون جورج كوفييه ، عالم الأحياء الفرنسى فى أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر على هـــذه الفترات التى حدثت فيها هـــذا الاندثار الجماعى ، وما تبعه من عدم تطابق فى الطبقات ، أى ثغرات سادت فيها التعرية وازالة الطبقات الرسوبية ، أطلق عليها هذا العالم اسم الثورات • وقد وصل الى هذه الفكرة من دراسة لطبقات اقليم باريس • والرسم المرافق رسمه كوفييه منذ ١٥٠ عاما • وهو يبين تعديل بسيط فى الصخور الحاملة للحفريات ، وهى من أصل بحرى وغير بحرى، مع وجود فجوات أخذ منها عوامل التعرية ، وثغرات واضحة فى التتابع الحفرى •

وليس الاعتراض على نظرية كوفييه هو انه أرجع الأحداث فى تاريخ الأرض الى الكوارث فحسب ، فبعض العمليات الجيولوجية كانت كارثية • ولكن لأنه رفض العمليات الجيولوجية المعروفة ، وركن الى الخيال لشرح العمليات الطبيعية • واعتقد « ان سير الطبيعية قد تغير ، ولا يكفى عامل واحد من عواملها لاحداث هذا التغير » • ومثـل هذه الفكرة ، مثل افكار اخرى تتعلق بالاندثار ، ليست قابلة للاختبار العلمى ، ولذلك كانت فائدتها محدودة • وفى عهد كوفييه كان الاعتقاد السائد أن الأرض عمرها بضعة آلاف من السنين ، ولكن كوفييه انصافا له قال « ان العمليات الجيولوجية لا يمكن أن تتم وتشكل الأرض كما نعهدها فى مثل هذا الوقت القصير » •

والآن وقد علمنا أن عمر الأرض خمسة أو ستة بلايين سنة ، فلربما اختفت فكرة كوفييه عن الكوارث التى حاول أن يفسر بها التاريخ الجيولوجى للارض • ورغم هذا فلا يزال باحثون مثل فليكوفسكى Velikovsky مؤلف « العوالم فى صدام » وتشارلز هوبجود Hopgood مؤلف «قشرة الأرض المتحركة» يتخيلان حدوث كوارث على غير دليل أو دليل ضئيل من الحقائق التاريخية • الا انه من المعـــروف أن قشرة الأرض قد تحركت ، وأن المناخ قد تغير ، ولكن هذا حدث بتدرج كبير وليس فجاة كما يصوره هوبجود • ويتبع معظم الجيولوجيين النظرية التى قام بها جيمس

هتون Hutton فى القرن الثامن عشر وتشارلز لايل Lyell فى القرن التاسع عشر من أن الحقائق الجيولوجية الملاحظة كافية تماما لشرح تاريخ الأرض ٠ وهم يتفقون رغم هذا أن هذه العمليات تمت بمعدلات متفاوتة فى الطول تفاوتا كبيرا ٠

وقد أخذ تشارلز داروين جانب هتون لايل ورفض نظرية الكوارث كتفسير للتغير المفاجيء فى السجل الحفرى ٠ وأرجع مثل هذا التغير الى هجرة الكائنات الحية ، أو الى تغيير فى البيئات المحلية خلال ترسيب الطبقات الرسوبية والى عدم التوافق نتيجة نشاط التعرية ٠ أما العوامل الأخرى التى تمنح الآن اهتماما أكبر مما كانت تحظى به

الحقب	العصور الجيولوجية	المميزات	أعمار بدء العصر بالسنين
[illegible]	الزمن الرابع / الزمن الثالث ([illegible])	[illegible]	[illegible]
[illegible]	الكريتاسى	[illegible]	[illegible]
	الجوارى	[illegible]	[illegible]
	الترياسى	[illegible]	[illegible]
[illegible]	البرمى	[illegible]	[illegible]
	الكربونى: البنسلفانى	[illegible]	[illegible]
	الكربونى: المسيسبى	[illegible]	[illegible]
	الديفونى	[illegible]	[illegible]
	السيلورى	[illegible]	[illegible]
	الأوردوفيشى	[illegible]	[illegible]
	الكامبرى	[illegible]	[illegible]
	قبل الكامبرى	[illegible]	

عدد العائلات المندثرة خلال الزمن الجيولوجى

ايام داروين فهى الانقراض الجماعى للاحياء . وازدياد سرعة التطور ورقة الطبقات لمجرد ضالة الترسيب ·

سجل الانقــراض الجمــاعى

اذا حكمنا من السجل الحفرى ، فانه يبدو أن الانقراض هو نصيب كل حى · فهناك ما يقرب من ٢٥٠٠ عائلة حيوانية ، متوسط عمر كل منها أقل من ٧٥ مليون سنة قد تركت سجلا حفريا لها · منها الثلث تقريبا لا يزال حيا · ورغم أن القليل منها قد تطور الى احياء أخرى ، فمعظمها قد سقط دون وريث (خلف) ·

ورغم الأدلة الوافرة عن الانقراض ، فهناك كسب كبير مستمر الى جوانب تنــوع الكائنات الحية الآن : فالأشكال الحديثة كانت اسرع فى الظهــــور من الأشكال التى انقرضت · فلقد اكتشفت الأحياء اماكن بيئية لها تسكنها ، وبعد أن نجحت فى تعديل البيئة أنتجت نظما بيئية (ايكولوجية) مركبة جديدة ، وبذلك أفسحت الطريق لاحيــاء جديدة تحل محلها · بل ان هنــــاك ـ كما سابين فيمــا بعد ـ ترابط وتكافل بين الأحياء ، وهذا الترابط يشمل مورد الطعام ، وهذا يبين كيف أن تغيرا ضئيلا فى البيئة يمكن أن يؤدى الى انقراض الأحياء ·

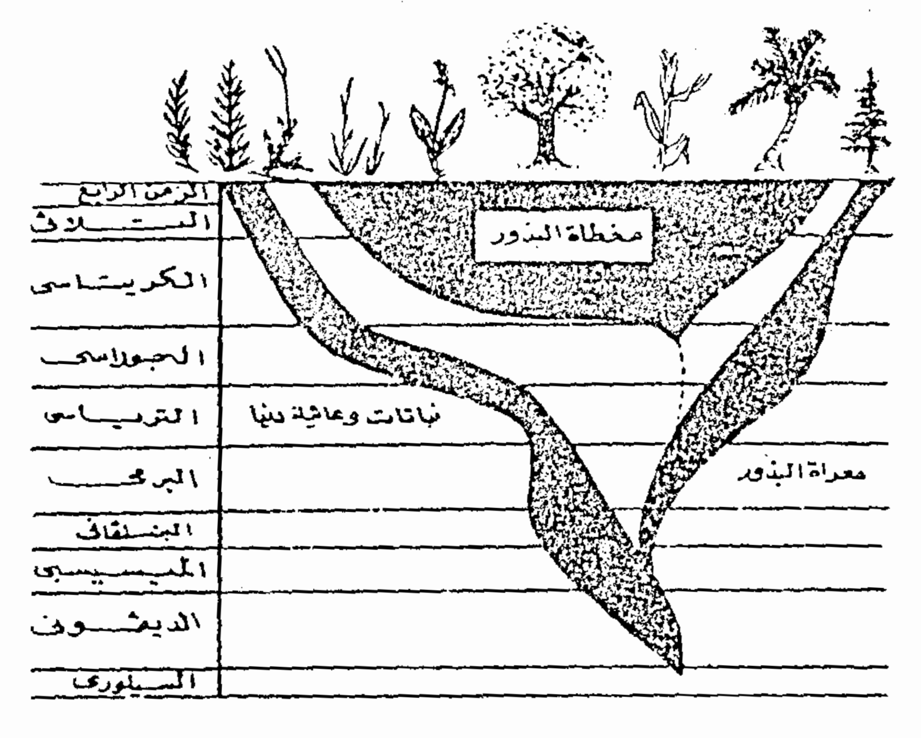
والسجل الحفرى النباتى أكثر افصاحا عن انقراض الحيوانات منه عن انقراض النباتات · ولقد اعتقد منذ زمن طويل أن التغيرات الحيوانية لم تتفق فى زمنها مع التغيرات النباتية الكبرى · فكل من أنواع النبــاتات الرئيسية الثــلاثة المتتابعة ، السرخسيات ، والأشنة mosses ومعراة البذور ومغطاة البذور قد تتابعت بعضها وراء بعض فى سلسلة سريعة من التطور ، ثم تلا ذلك فترة طويلة من الهـدوء ويبين الرسم المرفق أن النباتات ، ما أن تصل الى مرحلة من التطور حتى تثبت على حالها مئات الملايين من السنين · ويبدو أن بعض المجموعات النباتية الراقية خالدة · وحيث أن النباتات الخضراء هى أول منتج فى جميع النظم البيئية ، وأن الحيوانات هى المستهلك ، فلا شك أن المملكة النباتية قد اثرت فى المملكة الحيوانية ، ولكن تاريخ هذه العلاقة لا يزال غير مفهوم ·

ان أحداث الانقراض الجماعى بين الحيوانات ـ ولا سيما اللافقاريات البحرية وهى من أكثر الحفريات توافرا ، تمدنا بنقط نرجع اليها فى تاريخ السجل الحفرى ، وفى الطبقات ، وهذه النقاط يهتم بها علماء الأحياء القديمة اهتماما خاصا ويسمونها datum · وقد اتخذت كثير منها كمراحل أو حدود تفصل الاقسام الجيولوجية الزمنية بعضها عن بعض ، ولكن لا يزال هناك شك فيما اذا كانت عصور للانقــراض

تكون لحظات فى التاريخ الجيولوجى او مراحل انتقال استغرقت ردحا من الزمن ٠ وبمعنى آخر هل حدث هذا الانقراض خلال مئات ، او الاف او ملايين السنين ؟ لقد جاء الجواب عن هذا بأشكال مختلفة ، ولكن لا تزال المشكلة قائمة ٠

ومن أمثلة الانقراض الجماعى هو الاختفاء المفاجىء لثلثى عائلات التريلوبيت عند نهاية العصر الكامبرى ٠ وكانت هناك ٦٠ عائلة من هذه الأحياء البحرية قبل أن تندثر وقد كان اختفاء عدد كبير من مجموعات هذه الكائنات البحرية معلما مناسبا يحدد الحد الأعلى ، أو الأحدث لعصر الكامبرى ٠ (انظر الشكل المرافق) ٠

مثل هذه الأحداث من الانقراض الجماعى تميز تاريخ كل المجموعات الكبرى ، ومعظم المجموعات الصغرى للاحياء الحيوانية التى تركت حفريات ٠ ومن الغريب أن الأوقات التى حدثت فيها هذه الكوارث شملت عملية الانقراض الجماعى هذه مجموعات مختلفة من الأحياء لا علاقة فيما بينها ، وتسكن بيئات منفصلة بعضها عن

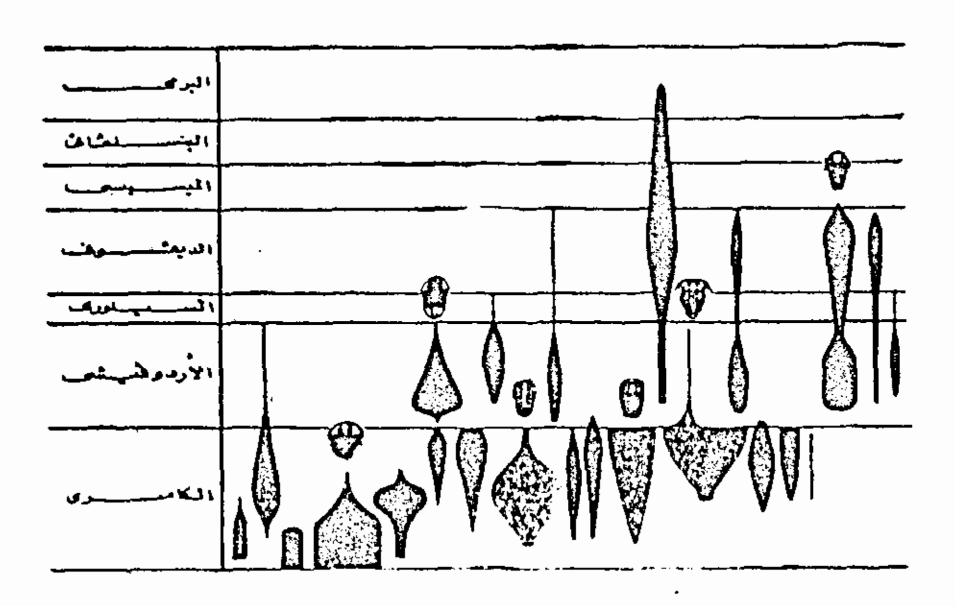


تاريخ النباتات الأرضية يبين الظهور الكبير لمغطاة البذور فى فترة ١٣٥ مليون سنة الأخيرة ٠ وسمك الرسم البيانى تتناسب تقريبا مع عدد أجناس النبات ٠ والنباتات مغطاة البذور نباتات مزدهرة ، وهى تشمل كل الأشجار العادية (ما عدا الصنوبر) والأعشاب والخضراوات ٠ أدنى منها نباتات وعائية دنيا وتشمل الحزازيات ونبات ذيل الفرس ٠

بعض ٠ وهذا التوازى فى الانقراض بين بعض الأحياء البحرية وبعض المجموعات البرية لما يلفت النظر حقيقة ٠ (انظر الشكل) ٠

ولا ريب انه مرت أوقات حرجة فى تاريخ الحيوانات ٠ انقراض شامل ، وبعده تغيرات ثورية فى مجرى الحياة الحيوانية حدث هذا فى نهاية كل من العصر الكامبرى، والاردوفيشى والديفونى والبرمى والترياسى والكريتاسى ٠ كما حدثت أحداث اقل انتشارا فى فترات انقراض أولى على مستوى الأنواع والأجناس خلال الزمن الجيولوجى ونحن هنا سنقصر اهتمامنا على حالات قليلة ـ ولكنها متميزة ـ من حالات الانقراض الجماعى ٠

فى نهاية العصر البرمى أو قرب نهايته ، اختفى تقريبا نصف العائلات الحيوانية من من العالم اجمع ٠ وقد لاحظ عالم الأحياء القديمة أوتو شندولف أن ٢٤ قسما أو عائلة كبرى اختفت ايضا فى هذا الوقت ٠ ولم يحدث ان اندثر عالم الحيوان فى اى فترة



الاندثار الجماعى للترايبوليت . حدث فى نهاية العصر الكامبرى ، منذ حوالى ٥٠٠ مليون عام ٠ ففى خلال العصر الكامبرى كانت مئات الأنواع من الترايبوليت تعمر بحار العالم الضحلة ٠ ويبين الرسم ١٥ عائلة كبرى لترايبوليت العصر الكامبرى. واتساع الرسم يوضح بصفةعامة عدد افراد كل عائلة كبرى ٠ وانتهى بها الأمر الى الانقراض الكامل فى العصر البرمى ٠ وهذا الرسم قائم على عمل هـ ٠ ب ٠ هو بتنجتون من جامعة هارفارد

من فترات التاريخ مثلما اندثر فى هذا الوقت فيما عدا نهـاية العصر الكامبرى ٠ ولم يستعد العالم الحيوانى كيانه كما كان فى غضون العصر الترياسى ، اى بعد ١٥ ـ ٢٠ مليون سنة ٠

وقد حدث هــذا الانقراض خــلال العصر البرمى باكمله ، واختفى عدد من المجموعات الحيوانية الكبرى قبل نهاية هذا العصر بفترة طويلة ، ولكن عددا اخـر نجا من هذا الهلاك ، لكى يستمر فترة اخرى قبل أن يلقى حتفه فى فترة من فترات الانقراض الكبرى فى تاريخ الحيوانات على الأرض ، اصابت كلا من الحيوانات البحرية والبرية ٠ وكان البحر يشهد بصفة خاصة احدى أحداث الانقــراض الكاملة ، ومن المجموعات الحيوانية الكبرى التى انقرضت فى هذا العصر ، مجموعة الأصداف المغزلية fusulinids وهى احيـاء من الأوليــات (بروتوزوا) معقدة تتراوح بين الحجــم المجهرى الى بوصتين أو ثلاث طولا ٠ وكانت تسكن البحار الضحلة فى العالم مدة ثمانين مليون عام ، وقد تراكمت قواقعها فى قاع المحيط ، مكونة رواسب ضخمة من الحجر الجيرى ٠ كما اختفت احد اجناس السرجيات المسمى productid brachiopods وكانت وفيرة فى بحار زمن الحياة القديمة ، اختفت دون أن تترك خلفا ٠ هذه وغيرها عديد من المجموعات الحيوانية اختفت مرة واحدة ، بعد ان كانت تملأ البحار ٠

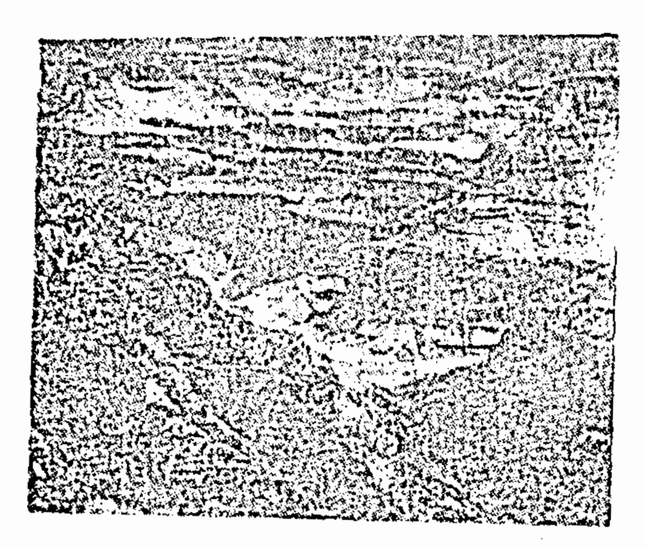
ومع نهاية العصر البرمى اختفت ٧٥٪ من عائلات البرمائيات و ٨٠٪ من عائلات الزواحف ، ورغم هــذا فقد نجت تمت قبائلها الرئيسية من كوارث العصر البرمى وعمرت الى العصر الترياسى ٠

ولم يقل اهمية عن هذا اختفاء الحياة الحيوانية فى نهاية العصر الترياسى اختفاءا جماعيا ٠ فقد زالت الزواحف والبرمائيات البدائية التى كانت تملأ اليابسة ، وحل محلها الديناصورات ، التى ظهرت وازدهرت قبل نهاية هذا العصر ٠ وربما دعانا هذا الى ان نستنتج ان المنافسة مع الديناصورات كانت عاملا هاما فى اختفائها ، ولكن ما قيمة هذا امام اختفاء رخويات الامونيت من البحار ؟ ففى نهاية العصر الترياسى كان هناك ٢٥ عائلة من مختلف أنواع الأمونيت ٠ كلها فيما عدا واحدة اندثرت مع نهـاية هذا العصر ، وهذه العائلة الواحدة انجبت العائلات التى عاشت فى العصرين الجوراسى والكُريتاسى ٠

والانقراض الجماعى الذى حدث فى آخر العصر الكريتاسى قضى على نحو ربـع العائلات الحيوانية المعروفة ، ولكن كما هى العادة ، لم تتاثر النباتات كثيرا ٠ ولـم يلحظ بدء الانقراض بالنسبة لمجموعات كثيرة فى منتصف هذا العصر ٠ اى قبل ٢٠ مليون سنة من الانقراض الجماعى الذى حدث فى آخره والنقطة الهامة هنا هى ان

مجموعات مميزة من الحيوانات مثل الدناصر والزواحف المائية والرخويات البحرية وبعض أنواع البلانكتون البحرية كانت ممثلة بعائلات واسعة الانتشار فى العالم حتى نهاية هذا العصر، وقد سجل شندرولف ١٦ عائلة كبرى وقسما مندثرة الآن· فقد تساقطت واندثرت اجناس عديدة كانت عالمية الانتشار من اللافقاريات ومعظم الأنواع المعروفة من الفترة الأحدث فى العصر الكريتاسى ، وهى التى تقع على الحدود بين صخور العصر الكريتاسى وعصر الباليوسـين Palaeocene (الايوسين القديم) · هذا من ناحية ومن ناحية اخرى فقد عمرت عائلات عديدة من الأحياء البحرية التى تسكن قاع البحر والأسماك والراسقدميات والنوتيلتيهات ، مع بعض التعديل المتطور · وهذا يصدق أيضا على الثدييات البدائية والسلاحف والتماسيح ومعظم نباتات هذا العصر ·

وعلى العموم فانه لم يبق ويعمر بعد كل فترة من فترات الانقراض الجماعى سوى الأجناس والأنواع المحافظة فى تطورها · فهى كانت أقدر على تحمل التغيرات البيئية الكبرى ، أكثر من المجموعات التى اختفت ، متفقة بذلك مع المبدأ القائل البقاء لغيـر المتخصص survival of the unspecialized, الذى ذكره داروين · ولكن هناك عـدة استثناءات ، وليس معنى هذا أن الأجناس والعائلات التى اختفت فعلت هذا لأنهـا ببساطة كانت متخصصة تخصصا عاليا · فبعضها لم يزد فى تخصصه عن المجموعات التى عاشت وعمرت ·



الحدود الباليونتولوجية تظهر بوضوح فى صورة جراند كانيون · والرسم أسفل منه يوضح الحدود الطباقية بين الكامبرى والاوردوفيشى (الخطوط السميكة) وقمة صخور البرمى (الخط المتقطع) وهذه حدود باليونتولوجية عالمية ، يمكن التعرف عليها بواسطة الحفريات البحرية

وامتاز العصر الكريتاسى بتـــوزيع عالمى ومنتظم لمئات من المجموعات النباتية والحيوانية فى العالم كله ، ومن المحتمل أن يكون هذا نتيجة لاستواء الأرض واتساع البحار وانتشارها ، وسيادة مناخ متجانس تجانسا غريبا فى العام ، ووفرة مســالك الهجرة . ويعلو تتابع الحيوانات المميزة للعصر الكريتاسى مباشرة انقطاع مفاجىء لحفرياتها وحلول حفريات حيوانية أخرى محلها ، والتى لا تمتاز بوجود نباتات جديدة تماما بقدر ما تمتاز بازالة مجموعات كبرى لا حصر لها من الحيوانات التى كانت تميز العصر الكريتاسى . ان السجل الحفرى يحوطه شىء من الغموض عند نهاية العصر الكريتاسى ، غير أن معظم الباحثين يتفقون على وجود انقطاع عام فى الرواسب ، وهذا يدل على انحسار عام قصير الآن للبحار الضحلة من فوق مساحات من القارات .

الانقـــراض فى العصر البشرى

عند نهاية الزمن الثالث الذى ســبق مباشرة الزمن الرابع الذى نعيش فيــه الآن ، تكونت معابر أرضية جديدة تربط أمريكا الشمالية بجاراتها من القارات . فعبر الحصان والجمل اللذان تطورا فى أمريكا الشمالية فى الزمن الثالث بسرعة الى سيبيريا وانتشرا فى كل أوراسيا وافريقيا ، كما عبر برزخ بناما حديث التكوين حينئذ حيوانات عديدة قادمة من أمريكا الشمالية الى أمريكا الجنــوبية . ومن آسـيا عبر المآموث والبيسون (الثور) والدب والوعول الضخمة الى أمريكا الشمالية ، كما جاء من أمريكا الجنوبية حيوان الكسلان sloth وغيره من الثدييات التى نشأت وتطورت فى هذه القارة . ويبدو أن نهاية البلايوسين امتازت بهجرات واسعة النطاق للحيوانات وبانقراض بعضـــها كذلك . وذلك منــذ مليــونى أو ثلاثة مــلايين عــام . وكــذلك امتــاز منتصف البلايستوسين . فى كل من الأمريكتين وأوراسيا . كما حدثت موجة من الانقراض الجماعى ولا سيما فى أمريكا الشمالية عند نهاية العصر الجليدى ، ولكنهــا لم تكن مصحوبة هذه المرة بحركة هجرة كبيرة بين القارات والغريب انه لم يحدث أى حادث انقراض مع تقدم الجليد .

ومما يميز السجل الحفرى أن الحيوانات المهاجرة غالبا ما تحل محل الحيــوانات الأصلية . وفى بعض الحالات تحل الحيوانات المهاجرة حديثا أو المتطـــورة حديثا محل الحيوانات القديمة بسرعة كبيرة ، فى أقل من بضعة ملايين من السنين . وفى حالات أخرى تم هذا الاحلال خلال فترات طويلة . امتدت عشرات الملايين بل مئاتها . ونحن لا نستطيع أن نعرف طبيعة المنافسة بين المجموعات الحيوانية ، ولكن اذا كانت تحتل نفس البيئة وتعاصر بعضها مع البعض الآخر ، فان المنافسة لابد وان كانت على موارد الغذاء . وربما كانت بعض الأنواع تمتاز عن الأخرى فى شىء طفيف جدا ، حتى أن الأمر احتاج لمرور وقت طويل لكى يظهر أثر هذه الميزة .

فى وقت أقصى انتشار للجليد ، أى منذ ١١٠٠٠ سنة مضت ، بدت الارض العارية من الجليد فى نصف الكرة الشمالى وهى عامرة بعدد كبير متنوع من الحيوانات ولا سيما من الثدييات الضخمة ، يمكن مقارنتها بتلك التى تعيش الآن فى افريقيا جنوبى الصحراء الكبرى · وكان بعض أنواع الفيلة والدببة والخيول والوعول والقوارض أكبر من اقربائها الاحياء الآن · والى ما يقرب من ٨٠٠٠ عام كانت أجناس الخيل والابل والفيلة ترعى فى كل القارات ما عدا استراليا والقارة القطبية الجنوبية · ومنذ ذلك الحين تقهقرت هذه الأنواع وعائلات اخرى معها وانحصرت فى أقاليم صغيرة فى قارة أو قارتين ·

واندثرت أنواع قليلة فى أمريكا الشمالية عندما وصل الجليد الى قمته · ولكن سرعة الاندثار ارتفعت فجاة فيما بين ١٢٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ عام مضت، عندما أصبح المناخ أكثر تدرجا ، نشأ عنه اندثار ثدييات ضخمة فى آسيا واستراليا ، ولكن ليس فى افريقيا · وكان هناك عدد ضخم من اجناس اكلة اللحم تنتشر فى القارات وتعيش فى اجواء مختلفة ، ولكنها سرعان ما اندثرت فى غضون بضع مئات من السنين · ولم تتاثر احياء اخرى بهذه الموجة من الانقراض ·

وقد استنتج بول س· مارتن من جامعة اريزونا أن الثدييات الضخمة قد بدأت فى الانقراض من أمريكا الشمالية ، اولا من الاسكا والمكسيك ثم من السهول الوسطى الكبرى ، وذلك من دراسة عدد محدود من الحالات استخدم فيها طريقة الكربون المشع وبعض هذه التواريخ المشكوك فيها تشير الى أن آخر ما عمر من الحيوانات قد عاش فى فلوريدا منذ ٢٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ سنة مضت · اذن فقد اختفت منذ ٢٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ سنة مضت فقط · فمنذ عهد قريب اذن اختفى ما يقرب من ثلاثة ارباع حيوانات امريكا الشمالية العاشبة ، ولم يحل شىء محل هذه الحيوانات بعد ·

لم يكن الجليد حقيقة هو السبب فى هذا الانقراض · فمن ناحية تركز هذا الانقراض فى وقت ذوبان الجليد وتقهقره بعد أن تاقلمت الحياة كلها مع الظروف الجليدية وظروف فترات غير الجليد · ومن ناحية أخرى فان المناخ الجليدى لم يصل مطلقا الى العروض الوسطى الا فى المناطق الجبلية ، ولا شك أن المناخ فى المناطق المدارية لم يختلف كثيرا عن المناخ الحالى ·

وتدل دراسة حبوب اللقاح فى جهات مختلفة من العام على ان الجليد القارى كان مصحوبا بمناخ مطير الى جاف مع ارتفاع فى درجة الحرارة فى جهات مختلفة من العالم · ونتيجة لتغير المناخ هذا . تقهقرت الغابات فى هذه الجهات وحلت محلها الصحارى والسهوب · الا ان هذه التغيرات لم تكن عالية . أو شديدة لكى تؤدى الى ازالة بيئات باكملها ·

ويقول بعض العلماء ان انسان عصر ما قبل التاريخ ربما قضى على الثدييات الكبرى صيدا وقنصا ٠ وربما كان قد استعمل النار ويقولون ان الانقراض الجماعى حدث فى وقت اكتشاف الزراعة وانتشارها انتشارا سريعا ٠ وقبل ان يصل الانسان الى هذه المرحلة كان اى نقص فى كمية حيوان الصيد لابد وان يقابله نقص فى عدد السكان. لأن الانسان لا يستطيع أن يحطم هذا المورد الغذائى دون أن يحطم نفسه ٠

فى افريقيا وأوراسيا ، حيث عاش الانسان على صلة بحيوان الصيد طــوال عصر البلايستوسين ، لم يتركز الانقراض بشكل كبير فى الجزء الأخير من هذا العصر٠ فقد كانت هناك فرصة متسعة فى العالم القديم لكى يتلاءم الحيوان مع الانسان ، خلال مئات الآلاف من السنين من التعايش معا ٠ ولكن الأمريكتين واستراليا حيث كان الانسان وافدا حديثا فربما كان حيوان الصيد ضحية سهلة للصائد ٠

لن نستطيع أن نعرف ماذا حدث بالضبط للثدييات الضخمة فى اخر البلايستوسين، ولكن اختفاؤها يتفق مع انتشار الانسان القديم ، ومع انتقال مفاجىء من المناخ المائل للبرد والرطب الى مناخ أدفأ أشد جفافا ، فوق مساحات كبيرة من الأرض ٠ فربما كان هذان السببان هما اللذان أديا الى انقراض الحيوانات الضخمة بشكل جماعى ٠ هذا مجــرد تخمين ٠

الأزمة الحــالية

لا يمكن ملاحظة التاريخ الجيولوجى ، ولكن لابد من استنتاجه من دراسة تتابع الصخور الرسوبية والحفريات الدفينة فيها ، ودراسة العمليات الجيولوجية التى تعمل على تغيير سطح الأرض ٠ لذلك فمن المناسب أن ندرس ونحلل بعض حالات الانقراض الحديثة ، لكى نعثر على مفتاح سر الانقراض الجماعى للكائنات الحية ٠

نحن الآن نشهد الآثار المدمرة للكائنات الحية من جراء الانفجار السكانى للنوع البشرى ، وما تبعه من التقدم التكنولوجى لوسائل التدمير ٠ فحاجة الانسان لمجال العيش تزداد ، ووسائل الصيد تحسنت ، واستخدام السموم الجيدة ازداد ، كما أن الانسان توصل الى الأماكن النائية التى كان الحيوان البرى يهرب اليها ٠ وصل اليها الصياد والقانص وقاطع الأخشاب والمزارع ٠

وتدل دراسة انقراض الثدييات حديثا على ان الانسان كان مسئولا مباشرة أو بطريق غير مباشر عن احتفاء اكثر من ٤٥٠ نوعا من الحيوانات ٠ ولولا تدخل الانسان ما انقرض سوى عدد قليل من الثدييات والطيور خلال الألفى عام التى مضت ـ أو

ما انقرض شيء مطلقا · وكان نصيب جزر الهند الغربية كبيرا جدا فى هذا الانقراض وكذلك جزر المحيط الهادى والمحيط الهندى ، حيث انقرض ٧٠٪ من انواع طيورها ، خلال مئات السنين القليلة الماضية · وكان حظ الطيور فى القارات أوفر · وفى نفس الفترة انقرضت خمسة أنواع من الطيور من أمريكا الشمالية ، وثلاثة من استراليا وواحد من آسيا · ويخشى العلماء أن تختفى أنواع اخرى من طيور أمريكا الشمالية خلال الخمسين عاما القادمة ، اكثر مما حدث خلال الخمسة آلاف سنة التى مضت ·

وكان اقليم الحشائش فى افريقيا مشهورا بوفرة الثدييات الضخمة فيه ، مما كان يقارن بثراء أمريكا بها فى العصر الثالث وعصر البلايستوسين · وقد أدى انشاء مزارع الماشية وبناء الطرق واقامة الاسيجة حول المراعى وصيد الحيوان البرى بلا تمييز فى جنوب افريقيا الى ازالة كثير من حيوانات جنوب افريقيا مع مطلع القرن العشرين · وقد انتشر استئصال الحيوانات البرية الى افريقيا الاستوائية ، نتيجة للاغارة على الأرض المحجوزة للحيوان البرى ولعمليات الابادة التى تشملها لتهيئة البيئة للعمران البشرى ، ومكافحة الحيوانات الحاملة لعدوى الأمراض الوبائية · وخلال العشرين عاما الأخيرة ، أصبح من الممكن أن تسافر مئات الأميال عبر حشائش افريقيا دون أن تصادف حيوانا ثدييا ضخما مما كانت تعج به القارة · ومما يزيد الأمر سوءا أن الخلافات السياسية تهدد المناطق التى كانت محجوزة للحيوان البرى·

وليس الانسان مجرد حيوان يعيش على اللحم فقط ، ولكنه أيضا يحطم البيئة · وهذا ما يجعله عاملا خطرا فى ابادة الحيوانات · فقطع الغابات ، والزراعة ، وتصريف المياه، وتلوث الماء، والاسراف فى استخدام المبيدات الحشرية، وبناء الطرق والحواجز، كلها تؤدى الى تمزيق الحياة البرية وتقليصها ، ونتيجة هذا كله تبديد الثروة الجينية والبيئية · وهذه التغيرات ضارة ضررا بليغا لمجموعات الحيوانات التى لا تكاد تقيم أودها فى الظروف العادية· ولم ينجح فى ملاءمة نفسها مع الظروف الجديدة التى خلقها الانسان الا أنواع قليلة من الحيوانات · ولكنها كانت قاتلة ·

تضييق مجال الحياة للنوع ضار له مثل فيض عدده · فهذا يضع طلبا متزايدا على موارد طبيعية متناقصة · واكثر من هذا فان رصيد المورثات (الجينات) يعانى من فقدان التنوع ، بسبب قلة عدد المجموعة المتناسلة · وهناك تغيرات ضارة مهلكة للانواع التى لا تستطيع تحمل تغير عامل أو اكثر من عوامل الطبيعة · وليس هناك كائن حى أقوى من أضعف حلقة فى حلقات بيئته ·

ويقوى من شراسة هجوم الانسان على البيئة العضوية ما يدخله عن قصد أو بدون قصد من كائنات حية غريبة على البيئة العضوية التى لا حول لها ولا قوة · ولقد

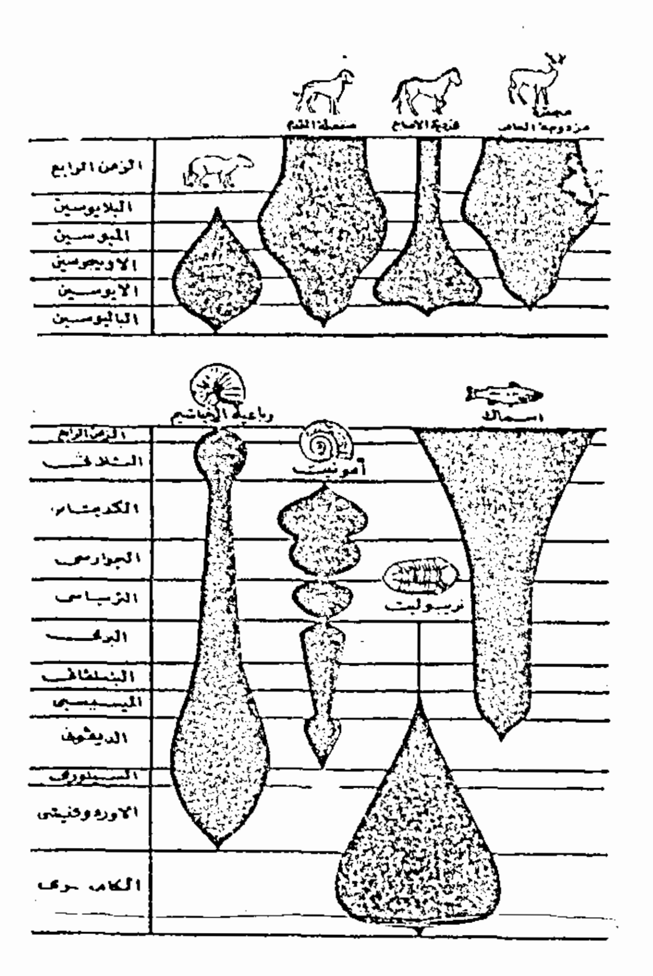
سجل تشارلز س · التون من جامعة اكسفورد عشرات من الحالات ذات الأثر الهدام على مجتمعات حيوية مستقرة بسبب ما ادخله الانسان من هذه الكائنات العضوية الوافدة · ومثل هذا الاضطراب الذى تسبب فيه الانسان واسع الانتشار فى العالم ، حتى اننا نستطيع القول أنه لا توجد حيوانات او نباتات فى العالم لم تتأثر بهذا العامل ·

ومن العوامل الهدامة بصفة خاصة ذلك العمل الطائش الذى أدخل حيوانات مفترسة مثل الثعالب والقطط والكلاب والنمس والجرذان الى مجتمعات الجزر ، فهذه الحيوانات المفترسة الدخيلة كانت السبب المباشر لانقراض بعض احيائها كما عدلت الحيوانات الرعوية او حطمت الأنماط النباتية الأصلية · فادخال الثدييات الأوروبية الى استراليا كان عاملا اساسيا فى انقراض الحيوانات الجرابية التى تحمل اطفالها فى أجربتها الأمامية ، والتى لا تستطيع ان تنافس الحيوانات المشيمية منافسة حقيقية ·

ومن امثلة غزو الأحياء الوافدة غزوا وبائيا ، ذلك الوباء الذى كاد يمحو تماما أشجار الكستناء الحلوة من أمريكا الشمالية فى مدى نصف قرن · فالفطر الذى تسبب فى هذه المأساة أدخل الى امريكا من الصين · كما أن الكستناء الأوروبية ، وهى معرضة لهذا الفطر تعانى وتتدهور بسرعة ، اما الكستناء الصينية التى تطورت مع هذا الفطر فانها قد اكتسبت حصانة ضده ·

ومثال اخر من العشب البحرى المسمى عشب ثعبان البحر zostera وهو يقدم الغذاء والمأوى لعدد كبير من اللافقاريات والأسماك ، ويكون طبقة حامية لقاع البحر الطينى · وهو عضو مميز لمجتمع احيائى معين يضم كثيرا من النباتات والحيوانات · هذا الغطاء تعرض فى الثلاثينات لهجوم فطر ، وكاد يمحى تماما من على طول شواطىء أمريكا الشمالية واوروبا الأطلنطية ، واختفت نتيجة لهذا انواع نباتية وحيوانية عديدة لم تصب مباشرة بالفطر ، وتغير المجتمع الاحيائى تغيرا شاملا · ولحسن الحظ قاومت بعض سلالات الزوستيرا هذا الفناء وبدأت فى تعمير بعض الشواطىء مدة أخرى ببطء · فهذا العشب هو محور مجتمع احيائى كامل ، ونستطيع أن نرى أنه لو لم يعمر ويقاوم الفناء لاضطرب المجتمع الاحيائى ولحلت محل بعض أعضائه أحياء أخرى بطريقة عشوائية ، ولتحطم البعض الآخر ·

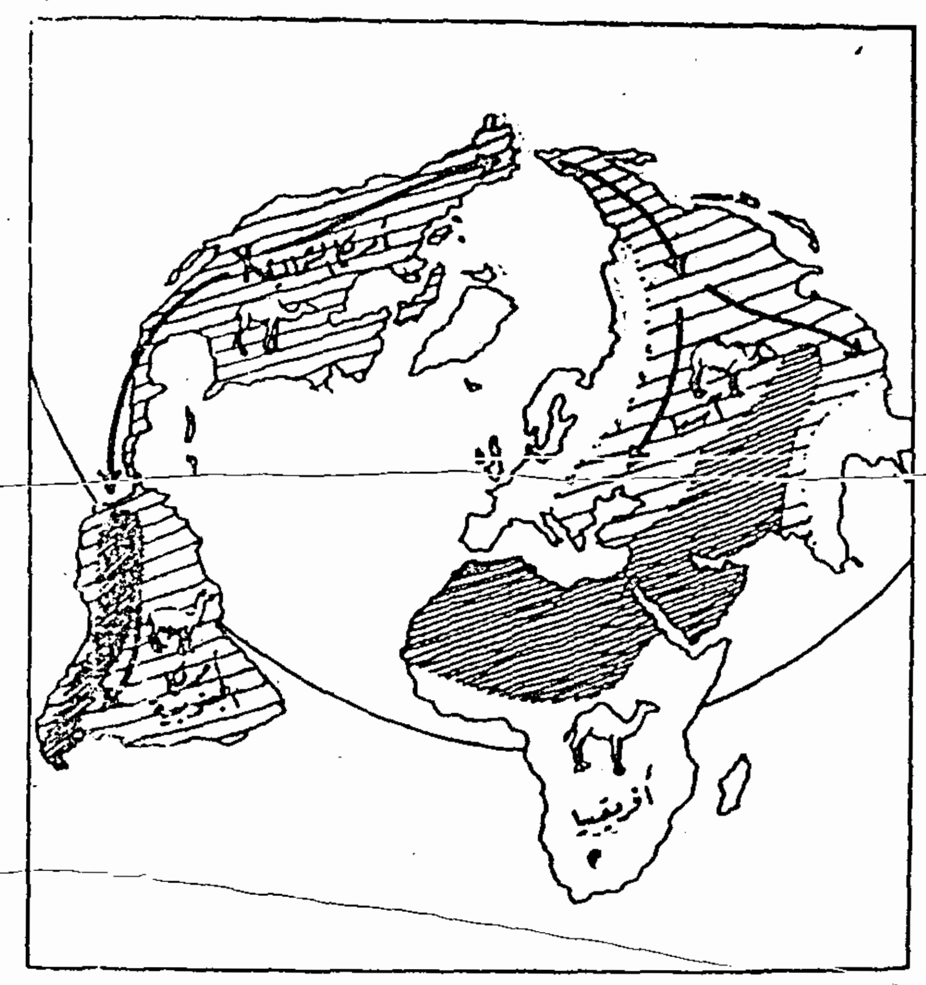
ونظرة عابرة نحو الاحياء المنقرضة حديثا تبين أن ادخال الحيوانات المفترسة بكثرة وتحطيم البيئات وغزو المجتمعات المستقرة بالانسان وحيوانه المستأنس كانت الأسباب المباشرة فى انقراض احياء فى خلال العصر التاريخى ·



الاحلال البيئى يبدو انه ظاهرة مميزة للتطور • الرسم الأعلى يبين عرض العائلة الممثلة بين اربع مجموعات من الثدييات خلال الستين مليون سنة الأخيرة • الرسم الأسفل يبين أيضا ظهور واضمحلال الأنواع بين أربع عائلات بحرية، ترجع الى أقدم تسجيل حفرى• فالامونيت كانتمما يقتربمن الانقراض مرتين فى تاريخها قبل أن تنتهى نهائيا • الرسم يعتمد على أعمال جيلورد سمبسون من جامعة هارفارد والمؤلف

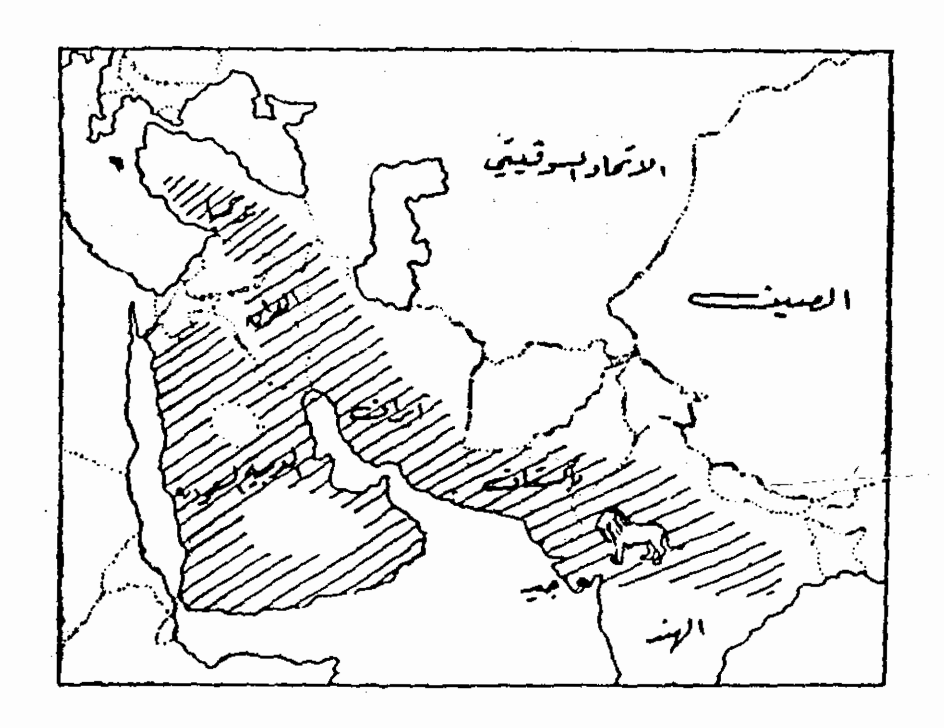
أسباب الانقراض الجماعى

من المفهوم الآن ان الكائن الحى يجب ان يتلاءم مع البيئة حتى يستطيع ان يعيش . وعندما تتغير البيئة ببطء ، ثم تتعدى درجة احتمال الكائن الحى فعلى الكائن الحى أن يتطور ليتلاءم مع البيئة المتغيرة والا هلك . هذه حقيقة ايدتها التجـــربة والملاحظة . فالانقراض اذن ليس نتيجة تغير البيئة فحسب . ولكنه نتيجة فشل العملية التطورية وعدم نجاحها فى ملاحقة تغيرات البيئة ، فيزيقيا وأحيائيا . والانقراض مشكلة تطورية وايكولوجية (بيئية) .



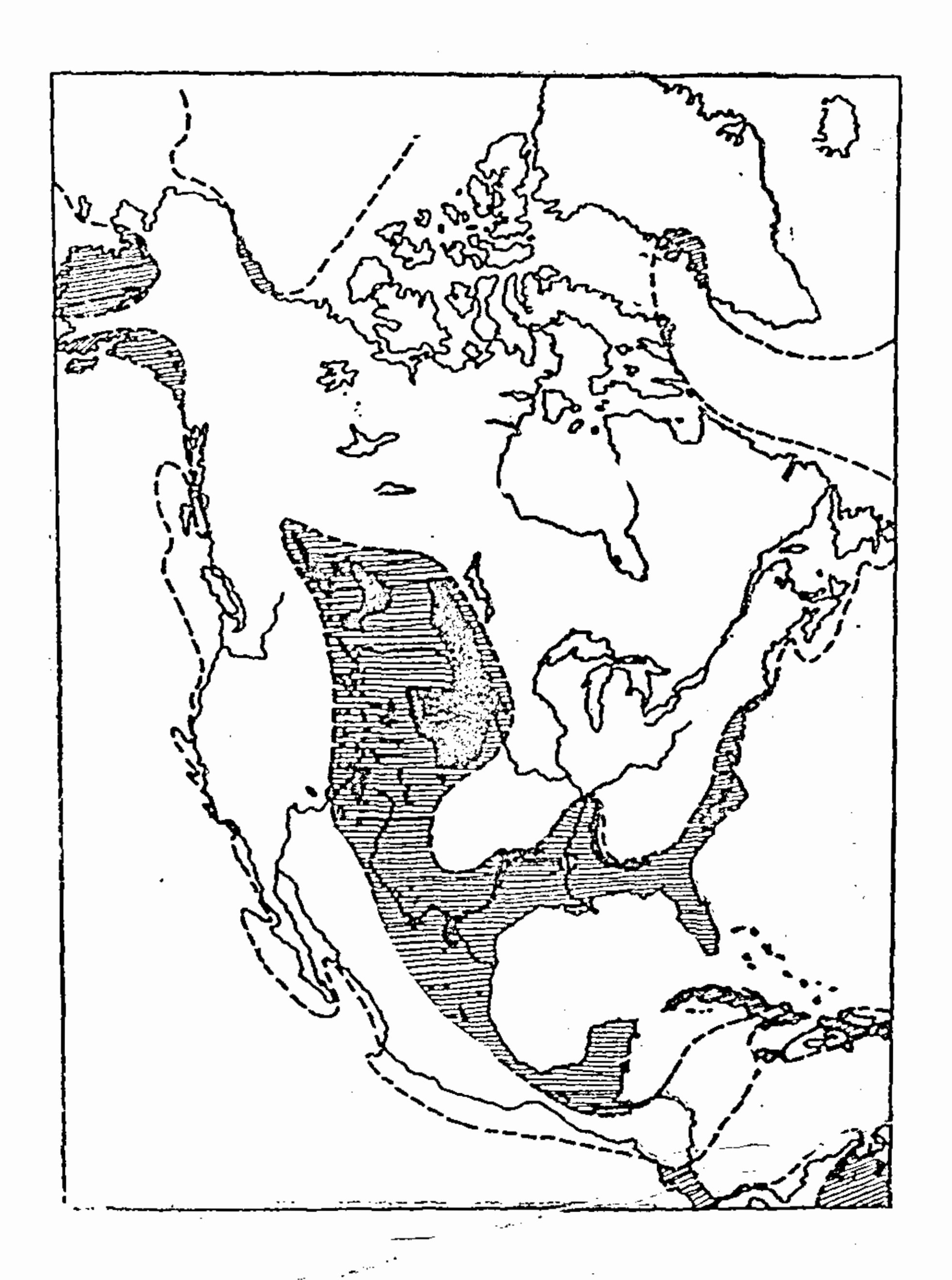
انتشار عائلة الجمل من الوطن الأصلى حدث خـــلال البلايستوسين . المساحات الفاتحة تبين اقصى انتشار للعائلة . الغامقة تبين الانتشـــار الحالى . هذه الخريطة مؤسسة على اخرى نشرت فى مقـــدمة لعـــلم الأحياء الأستاذ سمبسون وبتندارى ويتفالى

وكان الانقراض مدعاة لكثير من الآراء التى حاولت تفسيره • وتراوحت الفروض فى ذلك من الكوارث العالمية، لشىء من نفاد الجرموبلازم، وهو نوع من الارهاق التطورى، ولا تؤيد الجيولوجيا نظرية الكوارث ، كما فشلت علوم الأحياء فى اكتشاف دليل على ان التطور هو ناتج الحافز الاحيائى ، أو ان الانقراض هو نتيجة فشل هذا الحافز • كما أن الفروض التى تقول أن الانقراض نتيجة الهرم أو فرط التخصص الذى يلحق بالسلالات ، وهو فرض كان يقول به علماء الأحياء القديمة فى الجيل الماضى ولا يزال يجد له صدى حتى الآن ، هذا الفرض قد أقلع عنه العلماء الحديثون لعدم توافر الأدلة على صحته •



توزيع الأسد الاسيوى ـ تقلص بشكل كبير منذ عام ١٨٠٠ عندما كان يتجول فى مساحات واسعة (ملونة) من الشرق الأوسط وباكستان والهند • اما اليوم فلا يوجد فى حالته البرية الا فى منطقة صغيرة فى غربى الهند •

ومعظم الفروض التى تقدم بها العلماء لتفسير ظاهرة انقراض الاحياء غير مقنعة لانها تفتقد لشىء اساسى هو انه لا يمكن ان تخضع للتجربة ، ولانها تفسر جانبا واحدا من جوانب الانقراض • فمثلا اندثار الدناصر فى اخر العصر الكريتاسى ، فسر بزيادة



بحر أواخر العصر الكريتاسى كان يغطى مســاحات واسعة من أمريكا الوسطى والشمالية · وقد ترسبت الصخور حاملة الحفريات فى هذا الزمن، وهى ظاهرة فوق السطح فى المناطق الداكنة فى الرسم ويبين الخط المتقطع امتداد أمريكا الشمالية فى ذلك العصر · وتعتمد الخــريطة على أعمال تشارلز شوشرت من جامعة ييل ·

الأوكسجين فى الجو زيادة كبيرة . وتبعا لذلك نشاط الفطريات نشاطا زائدا ، وكلاهما كان نتيجة انتشار النباتات المزهرة فى أواخر العصر الكريتاسى ·

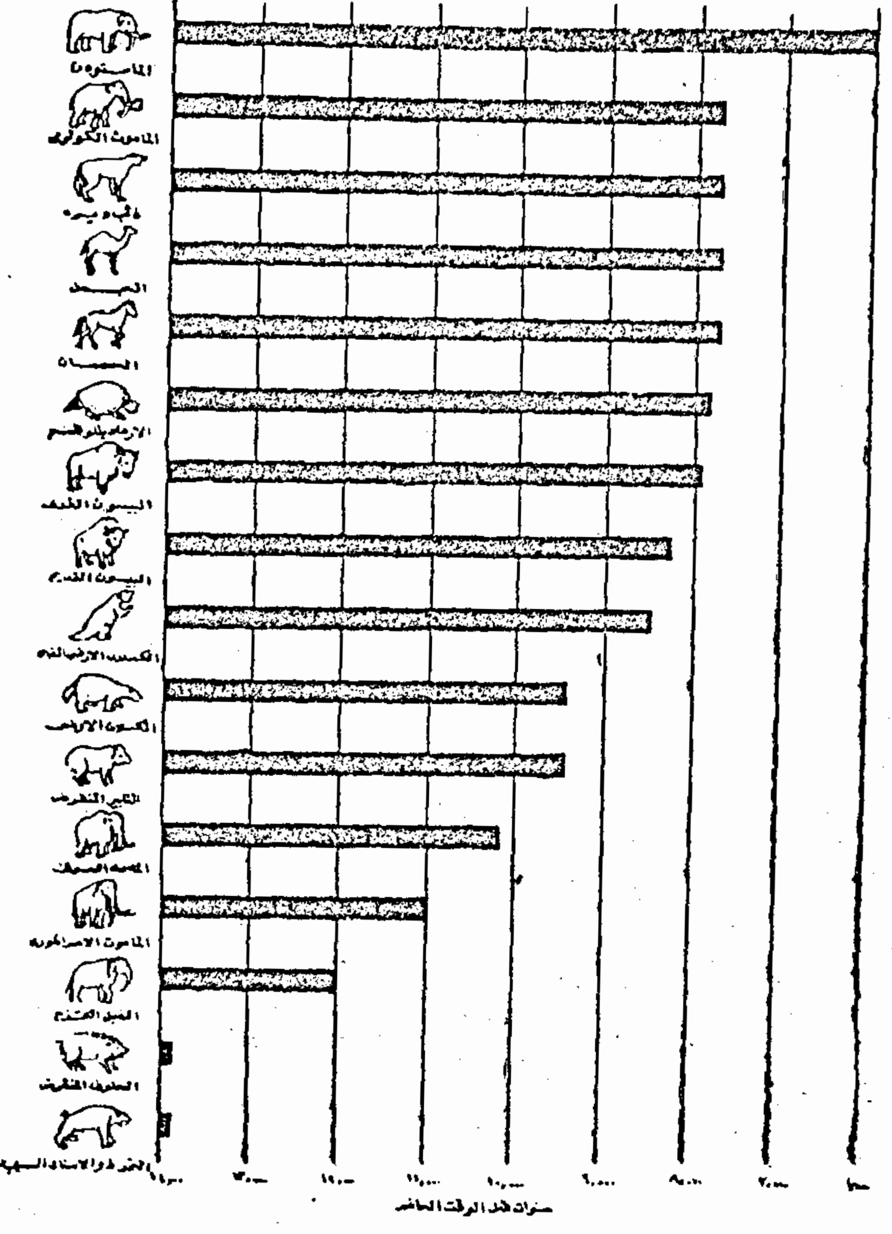
والقول بأن الفطر الضار هو الذى ساعد على تحطيم الدناصر ، كان قد اقترض حديثا . وكنت على علم تام بأن هذا القول لن يكون مفيـــدا الا اذا وجـــدت طريقة لاختباره · كما انى اعلم أن افتراض الأمراض كسبب للاندثار هو من اكثر الافتراضات قبولا لتفسير الانقراض الجماعى · ولكن لسوء الحظ ، فان المرض عادة يهاجم نوعا واحدا او عدة انواع تربطها صلة القرابة · وقيل فى تفسير هذا ان المرض يهــاجم الأنواع قبل أن تستطيع أن تتأقلم معها بمدة طويلة · وحسب هذه النظرية فالطفيليات ذات الأثر المرضى ليست متلائمة تماما مع عائلها · وفى بادىء الأمر عندما يصاب الحيوان بمدوى عضوية ، فان هذه العدوى تفتك باعداد كبيرة من النوع العائل · بل ربما كان من الممكن أن ينقرض هذا النوع بعد هذه العدوى ولكن ليس هناك دليل على ان هذا حدث فى الأزمنة التاريخية لأى مجموعة من مجموعات الأنواع العديدة التى تمــلأ العــالم ·

ويجب أن تتذكر دائما ان الاحياء التى يدرسها العلماء كبيرة العدد ، وهى من المجموعات الناجحة التى تمتاز بالحصانة ضد الأمراض الطفيلية العادية بل وغيــر العادية فى بعض الأحيان · ولهذا السبب لم ينقرض عشب ثعبان البحر فى الثلاثينات كما أن النوع البشرى لم ينقرض نتيجة عدوى الانفلونزا الوبائية التى اعقبت الحــرب العالمية الأولى ·

وهناك اقتراح اخر اكثر براعة من سابقه ، وهو أن الانقراض جاء نتيجة لانفجار اشعاعى عظيم ذى طاقة فائقة حدث فى جرم سماوى عملاق supernova ونحن نفترض أن الاشعاع يمكن أن يؤدى الى نتائجه المهلكة للكائنات العضوية ، دون أن يغير المناخ بشكل يمكن أن تظهر نتائجه فى السجل الجيولوجى · الا أن هذا الفرض لم يستطع أن يفسر أنماط الانقراض التى لوحظت فعلا · ومن الممكن أن يؤثر هـــذا الاشعاع فى الكائنات الحية التى تعيش على الأرض اكثر مما تؤثر على الأحياء البحرية ولكن مرت أوقات كان الانقراض فيها يشمل الأحياء البحرية · بينما لم تتاثر النباتات التى تعيش فى البر ، وهى اكثر تعرضا للاشعاع واشد حساسية له · فهذه النباتات لم تتاثر كثيرا بالانقراض · والغريب أن الذى انقرض هو الحيوانات فى نهاية العصر البرمى والكريتاسى ·

وهناك اقتراح خيالى آخر تقدم به أخيرا م·ج· سلامى من المساحة الجيولوجية الفنلندية وبرستون ا· كلاور الصغير من جامعة منيسوتا · فقد لاحظا أن الافراط أو

التفريط فى كميات بعض العناصر المعدنية ، مثل النحاس أو الكوبالت ضارة للكائنات الحية وربما سببت حالات الانقراض الماضية • هذا الفرض الهام ، اذا طبـــق على الكائنات البحرية ، فانه يتوقف على الافتراض غير المؤكد من أن المحيطات نقصت فيها



ثدييات العصر الجليدى : التى وجدت فى أمريكا الشمالية ـ بحيواناتها العاشبة الضخمة • وكانت فى ذلك تشبه أوراسيا • وكلها تحملت الفترات الجليدية لكى تنقرض منذ ٨٠٠٠ سنة فقط • عندما انكمش آخر جليد • الرسم معتمد على دراسة لجيم ج • هستر من المتحف الطبيعى لنيومكسكو فى سانتافيه

كميات المعادن المذكورة ومن ثم حدث تركز ضار فى الأيونات المدنية ، وهذا انتشر فى محيطات العالم بسرعة اكثر من سرعة تركزها وامتصاصها فى الأحياء والحيلولة دون نشرها فى المحيطات · واما اذا اردنا تطبيق هذا الفرض على الكائنات البرية فيجب أن نفترض أن العناصر الضارة انتشرت فى أجواء الأرض بسرعة ، ربما نتيجة انفجار بركانى · وهذا أمر لا يمكن تصوره · فلابد وأن اختلافا فى مقدار تشبع الماء أو الهواء بهذه العناصر قد حدث فى المكان والزمان ، أى أن الأمكنة المختلفة فى فترات التاريخ المختلفة تراوحت فى مقدار تشبعها بهذه العناصر الضارة · ومن غير المحتمل ان مثل هذه التغيرات قد كانت كافية لاحداث تغيرات واسعة النطاق فى الحياة فى العالم ·

ربما كانت أكثر الفروض شيوعا وقبولا هى تلك التى تفسر الانقراض الجماعى بتغير المناخ تغيرا مفاجئا · ولا ريب أن تغيرات واسعة النطاق فى مناخ العالم قد حدثت فى الماضى · فقد كانت البحار الضحلة تغطى مساحات كبيرة من القارات خلال العصور الجيولوجية · وكان المناخ تبعا لذلك الطف بكثير مما هو عليه الآن· كما مرت على الأرض فترات قصيرة من المناخ القارس التى كان الجليد يغطى فيها مساحات من الأرض فى العروض الشمالية · ولكن يبدو أن الانقراض الجماعى لم يتفق مع العصور الجليدية ·

ومما يستحق الانتباه ان الحفريات النباتية ، وهى مؤشرات جيدة للاحوال المناخية فى الماضى ، لا تدل على أن تغييرا مفاجئا ينبىء بحدوث كارثة خلال تغير المناخ فى نهاية العصر البرمى ، أو الترياسى او الكريتاسى ، او فى أى وقت اخر تتفق مع الانقراض الجماعى فى المملكة الحيوانية · ومن الناحية النظرية ، يبدو انه من المستحيل أن يكون أى نطاق مناخى رئيسى قد اختفى من سطح الأرض · فمثلا كانت هناك أنواع من المناخ مشابهة لمناخ العصر الكريتاسى قائمة باستمرار فى العروض الدنيا حتى الوقت الحاضر · ومن ناحية اخرى فقد حدث تغير كبير فى توزيع النطاقات المناخية · وان تقلص نطاق مناخى معين تقلصا شديدا لكفيل بأن يؤثر على الأنواع الاحيائية التى تعيش فى هذا النطاق · ويكاد يكون من المؤكد ان تغير المناخ قد اسهم فى عملية ابادة الحيوانات . لأن هذا التغير يحطم البيئات المحلية لهذه الحيوانات ولأنه يحفز على الهجرة الجماعية · ولكن اوقات الاندثار الكبرى لا تتفق عادة مع اوقات الأزمات المناخية ·

واخيرا يجب أن تولى الأدلة التى اثرت فى كوفييه وغيره من الجيولوجيين هذا الأثر العميق · فقد لفت انتباههم وادهشهم هذا الترابط الكبير بين حدوث انقراض للحيوانات وحالات عدم التوافق unconformities أو الانقطاع الجيولوجى الذى

تسببه عوامل التعرية • فهاتان ظاهرتان متلازمتان فى رأى كوفييه • وأنهما نتيجتان لثورات جيولوجية ، مثل التى أحدثت بناء الجبال • ولا تزال هذه الفكرة تراود عقول بعض العلماء عن هذا الموضوع •

ومن المؤكد أن الجبال تؤثر فعلا بشدة على البيئة • فهى تستطيع أن تغير المناخ والتربة وموارد المياه والنبات • ولكن من المشكوك فيه أن تكون جبال العهود القديمة قد لعبت دورا رئيسيا فى تاريخ تطور الحياة البحرية أو الحياة فى السهول ، وهى التى تكون معظم السجل الحفرى • ومما يودى بهذا الفرض ، الا وهو أن تقلصات القشرة الأرضية لعبت دورا رئيسيا فى انقراض الأحيـــاء ، ان الأزمات الكبرى التى قابلت الأحياء على سطح الأرض لم تتفق مع فترات بناء النظم الجبلية الكبرى فى العـــالم• بل ان معظم الأحداث التى أودت بالأحياء قد تمت فى فترات هدوء القشرة فى العصور القارية • فلابد اذن من أن عوامل أخرى هى التى أدت الى ذلك •

ذبذبة مســـتوى البحر

اذا لم تكن تغيرات كمية الأوكسيجين فى الجو ، أو الأمراض ، أو الاشـعاع الكونى ، أو تلوث مياه البحر وتسممه ، أو تغير المناخ ، أو الحركات الأرضية العنيفة هى التى ادت الى الاندثار الجماعى للاحياء ، فاين نستطيع أن نجد السبب الذى يمكن قياسه واختباره لهذه الظاهرة !

ان التفسير الذى ارتضيه والذى لقى قبولا عاما بين علماء الأحياء القديمة هو ذبذبة مستوى البحر • وقد اجتمعت الأدلة التى تبين العلاقة الوثيقة بين نطـاقات الحفريات المختلفة وحركات تقدم البحر وانحساره عبر القارات • ومن الواضح أن اعادة تشكيل حوض المحيط يمكن أن يؤدى الى تغير فى مستوى سطح البحر • وان الدليل على استمرار انخفاض قاع البحر تحت الأتولات (جزر المحيط) والجيوتات guyots (الجبال الغائصة فى الماء والمستوية القمم) فى المحيط الهادى ، وارتفاع القارات فى الوقت الحالى ، لشاهد أيضا على أن حوض المحيط الهادى كان يهبط هبوطا غير متساو فى جميع اجزائه بالنسبة لليابس منذ العصر الكريتاسى على الأقل •

لقد كان سطح الأرض اكثر انخفاضا مما هو عليه الآن خلال معظم عصـــور زمن الحياة الحديثة وزمن الحياة الوسطى ، اى على مدى ٤٥٠ مليون سنة • وان ارتفاع البحر ارتفاعا كبيرا ليكفى أن يغرق مساحات كبيرة من اليابس ، واحداث تغيرات بيئية كبرى • وقد حدث ما لا يقل عن ٣٠ حركة ذبذبة كبرى لساحل البحـــر

ومئات من الحركات الأصغر خلال الست مائة مليون سنة من الزمن الجيولوجى ٠

ولا ريب أن تكرار طغيان البحار وانحسارها ، وتمدد البيئات وانكماشها تبعـا لهذه الذبذبات المتكررة لكفيل بان يحدث اضطرابات فى البيئات الاحيائية بين مجتمعات الشطآن والسهول ، وان نتائج هذه التغيرات لتؤثر ايضا فى المجتمعات الاحيائية التى تعيش فى داخل اليابس وفى قاع المحيط ٠ وان تصرف مياه القارات المتقطع هذا ، مثل الذى حدث فى نهايات العصور الجيولوجية ، قلص كثيرا البحار الداخلية الضـحلة التى أمدتنا بمعظم السجل الحفرى للحياة البحرية ٠ وقد كيفت كثير من الأحياء نفسها لحياة الخلجان ، ولكن هذه الظروف لم تستمر طويلا ، كما لم تستمر طويلا حالة البحار الهامشـية خـلال فترات ارتفـاع اليـابس ، ولذلك اختفت هـذه الأحياء فى هذه المناطق الهامشية ٠ وهناك ادلة كثيرة تدل على أن التنوع المتطور كان على اشده فى فترات انغمار المحيطات بالمياه ، عندما كان عدد البيئات البحرية اكبر ما يمكن ٠ وعلى العكس حدثت اكثر حالات الاندثار والانتخاب الطبيعى فى فترات انحسار ماء البحار ٠

ومن المعروف أن ذبذبة البحر خلال عصر البلايستوسين ، الذى كان سببه انكماش الجليد القارى لم ينتج عنه اى انقراض للمجتمعات الاحيائية البحرية ، ولكن الحالة كانت تختلف عن ذلك خلال معظم فترات التاريخ الجيولوجى ٠ فعندما حل البلايستوسين كانت القارات تقف عالية فوق سطح البحر ، وكانت البحار الداخلية الدفيئة قد انقضى عليها زمن طويل منذ اختفائها ٠ ولذلك لم تحدث الذبذبة البلايستوسينية اى تغيـرات جغرافية او مناخية ٠ واكثر من هذا فهذه الذبذبة كانت قصيرة العمر اذا ما قورنت بذبذبات البحر الكبرى التى حدثت فى الأزمنة السابقة ٠

اهمية الأنواع المصـيرية

قد يقال انه لابد من تحطيم البيئة تحطيما تاما حتى يتسنى ازالة مجتمع من الاحياء تماما من سطح الأرض ٠ الا أن هـذا ليس بالامر اللازم ٠ فبعد مرور آلاف السنين من التناسق بين الكائنات الحية المختلفة المكونة لمجتمع احيائى معين ، لابد وان تصل الكائنات الحية الى درجة من التلاؤم المتبادل حتى تستطيع ان تعيش معا ٠ فى مجتمع يلعب فيه كل نوع دورا معينا ، فيكفل جيرانه فى المأوى والغذاء والافرازات الكيمائية بالقدر الذى يحتاجه هؤلاء الجيران ٠ ولذلك فاى اضطراب فى انسـجام هذا المجتمع ، بأن تدخله أنواع جديدة ، او تنقرض منه انواع ، او تتطور فيه انواع ، كل هذا يؤثر فى المجتمع الاحيائى بدرجات متفاوتة ، مما يحتاج لفترة جديدة من التكيف ٠

وتختلف درجة الروابط بين اعضاء المجتمع النباتى باختلاف الانواع التى تكونه، ولكن صحة ورفاهية المجتمع تتوقف على عدد قليل نسبيا من الأنواع المصيرية ، فى هرم المجتمع الاحيائى • ووجود هذه الانواع المصيرية key species • وقد يحدث أن تتقلص البيئة أو تتمزق ، ويصحب ذلك تغيرات طفيفة فى المناخ ، وينكمش تبعا لذلك عدد السكان ، ويؤدى ذلك الى انقراض الأنواع المصيرية، التى قد لا تظهر بالضرورة فى السجل الحفرى • وان اختفاء اى نوع فى سفح هرم المجتمع الاحيائى، مثلا يعنى اختفاء نوع اعلى كانت تعتمد عليه فى غذائها • ولذلك، وبسبب هذا التكافل المتبادل بين الأنواع الحية ، ما ان تبدأ موجة من الاندثار فى بيئة ساحلية منكمشة حتى تنتشر الى داخل اليابس والى مياه البحر المحيط •

هذه النظرية ، فى جوهرها ، قبلها الجيولوجيون منذ وقت طويل ، ولكنها لاتزال تحتاج لتدعيم ، وهى تقدم تفسيرا للتوازى الملحوظ ـ وان لم يكن دائما ـ بين الأوقات التى حدث فيها ارتفاع عام لليابس وانحسار الماء عنه ، والأوقات التى حدث فيها انقراض جماعى للاحياء ، وهذه هى الاوقات التى انهت كثيرا من فصول التاريخ الجيولوجى •

١٩ ـ تكتونية الصـفائح القـارية
وتاريخ الحيـاة فى المحيطـات

جيمس و٠ فالنتين والدردج م٠ مورز

ابريل ١٩٧٤

ان تحطم القارة العظمى القديمة المسماة بانجايا قد أطلقت العنان لحركة تطورية طويلة المدى . وهذه بدورها أدت الى تنوع لم يسبق له مثيل فى الغلاف الحيوى ٠

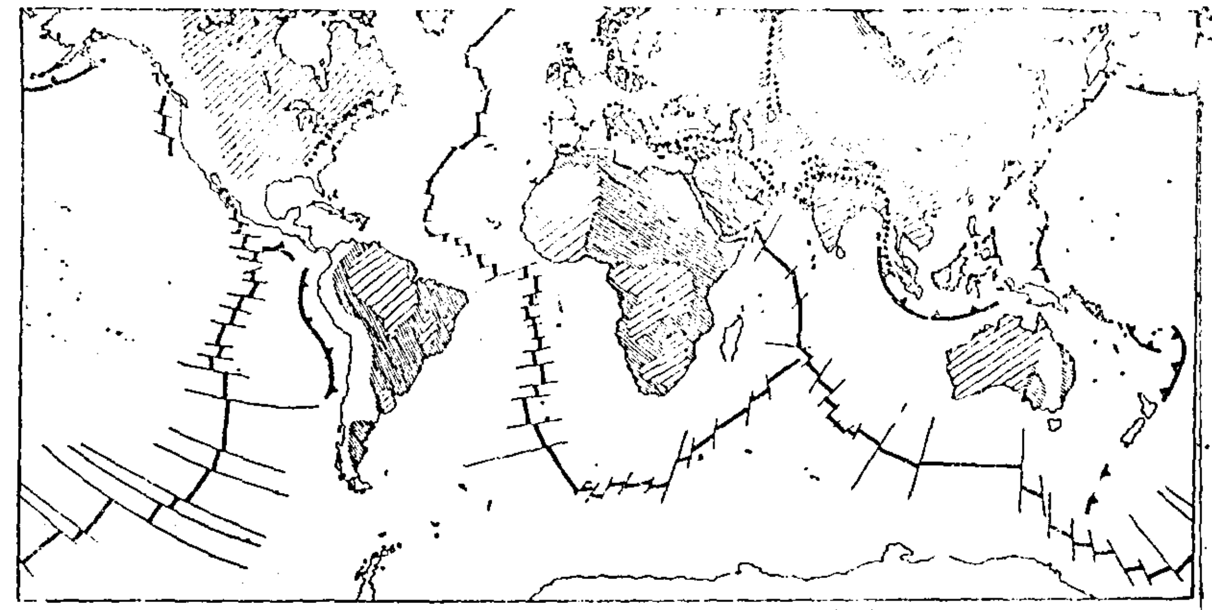
اجتاحت علوم الأرض خلال الستينيات ثورة عارمة تغير المفاهيم التى كانت سائدة وتحل محلها أخرى . فتغيرت الآراء القديمة الراسخة من دوام القارات وأحواض المحيطات . وحلت محلها افكار أخرى عن أسباب ودلالة المعالم الكبرى لسطح الأرض وأصبح من المتفق عليه بين العلماء أن القارات غيرت مواضعها . وغيرت من مواقعها بعضها بالنسبة للبعض الآخر . كما تغير عددها وحجمها ٠ وأن هذه العملية من زحزحة

القارات وتمزقها وتجمعها مرة أخرى مستمرة منذ ٧٠٠ مليون سنة على الأقل ، وربما منذ بليونى عام ٠

مثل هذه التغيرات الكبرى فى معالم سطح الارض ، والقارات والمحيطات ، لابد وأن كانت لها آثار بعيدة المدى على البيئة ، وعلى اعادة توزيع النطاقات المنـــاخية وتكوين الحياة وتوزيعها فى الغلاف الحيوى ٠

والانتخاب الطبيعى ، وهو العامل الرئيسى فى ميكانيكية التطور ، عملية فى غاية التعقيد ٠ ورغم أن الوراثة تكبح جماح هذه العملية ، الا أنها عملية بيئية أساسا تتوقف على العلاقة بين الكائن الحى وبيئته ٠ فلكل نوع من الأنواع صفات وراثية تنتخبها البيئة لانها متلائمة تماما معها ، وتجعله صالحا لكى يبقى ويتناسل فى الظروف البيئية التى يعيش فيها ٠ ولكن نجيب على من يسأل ، لماذا تطورت هذه المجموعة من الأحياء بهذا الشكل الذى نجدها عليه ، فان علينا أن نفهم عاملين رئيسيين ، أولا : ماذا كان عليه جد او سلف هذا الكائن الحى ، لأنه « المادة الخام » التى انتخبت منها الصفات الصفات المطلوبة ، وثانيا : يجب أن تكون لدينا فكرة عن تتابع البيئات الذى انتهى بهذا السلف أن يسلك هذا الطريق من التطور وينتج هذه المجموعة من الخلف ٠ فاذا أعطينا هذه العوامل فاننا نستطيع أن نستنتج عمليات التفاعل بين الكائن الحى والبيئة، التى انتهت بهذه الأحداث التطورية ٠ ودراسة العلاقة بين الكائن الحى القديم وبيئته يسمى علم الأحياء القديمة

وتدور الأفكار الجديدة الخاصة بزحزحة القارات أو التى برزت فى مجال العلوم فى الستينات حول نظرية تكتونية الكتل القارية او تكتونية الصفائح Plate-tectonics وتبعـــا لهـــذه النظـــرية هنـــاك تيـــار يرفـــع أجـــزاء من قـــاع البحر وما فوقه من قشرة أرضية ويضيفه الى قشرة الأرض ، وذلك فى مراكز توزيع تكمن تحت حافات قاع البحر ، وفى أحواض المحيطات الصغيرة ، بسرعة تصـــل الى ١٠ سنتيمترات فى العام ٠ ويتمدد قاع البحر افقيا بعيدا عن هذه المراكز ثم يهبط الى باطن الأرض فى نطاقات الغوص أو الابتلاع subduction zones ، التى تتميز بخوانق أغوار البحار٠ وتحدث البراكين نتيجةعملية الاحتواء أو الابتلاعهذه ومنثم فهى تحف بالخوانق الغائرة ، فالغلاف الصخرى او القشرة الخارجية للارض اذن مكون من أطباق كبرى متعددة ، تتكون فى مراكز التوزيع وتبتلع فى نطاقات الابتلاع ٠ وتحمل معظم الأطباق الصخرية قارة واحدة أو أكثر وهى لا تملك الا أن تتحرك مع الصفيحة التى تستقر فوقها ٠ وحيث أن القارات أخف من أن تغطس فى الخوانق ، فهى تظل طافية على السطح ٠ ويمكن أن تتمزق القارات عند حافات جديدة ومن ثم تملأ المحيطات فيما بينها ٠ وبالعكس قد يحدث أن تلتئم أجزاء القارات بعضها والبعض الآخر عندما تتصادم

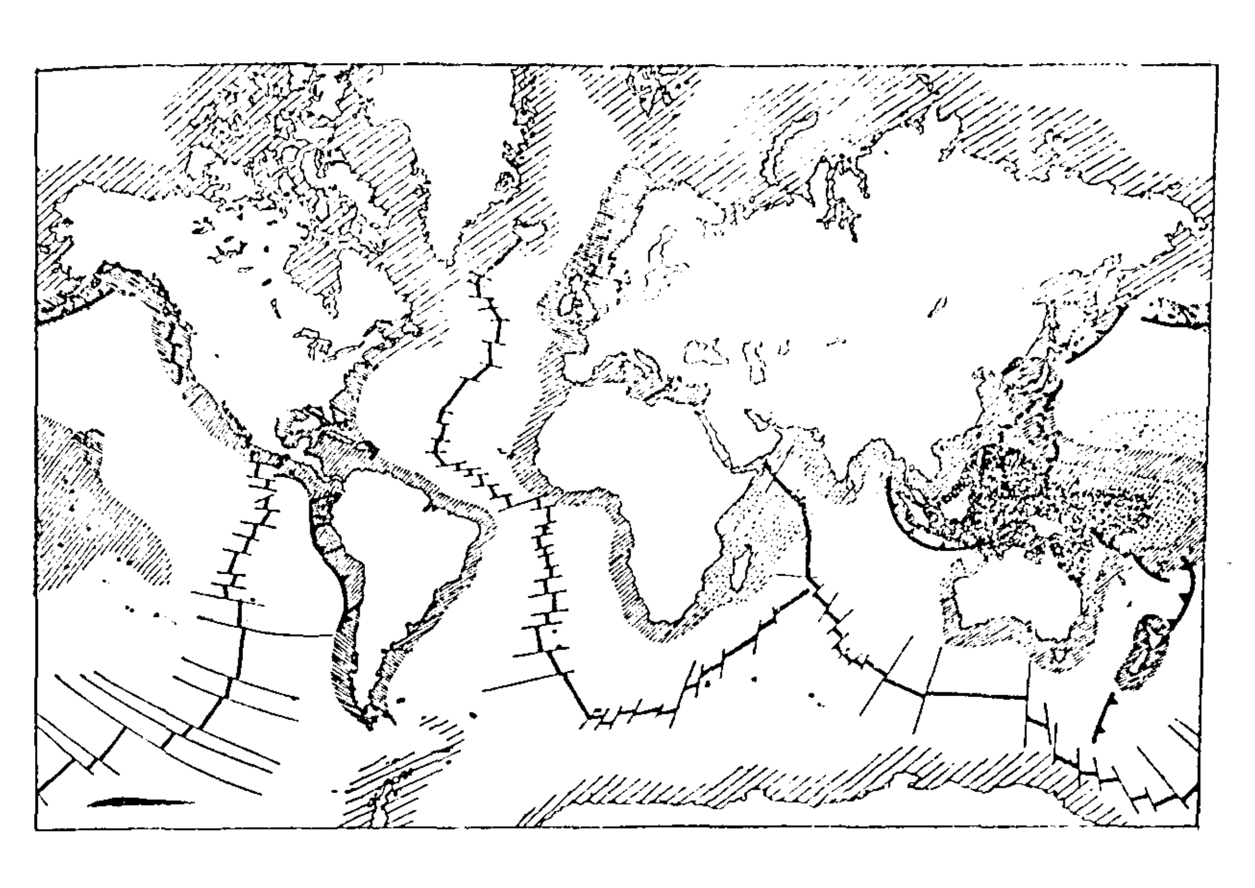


ابلاش هرسيتى — قبل كامبرى

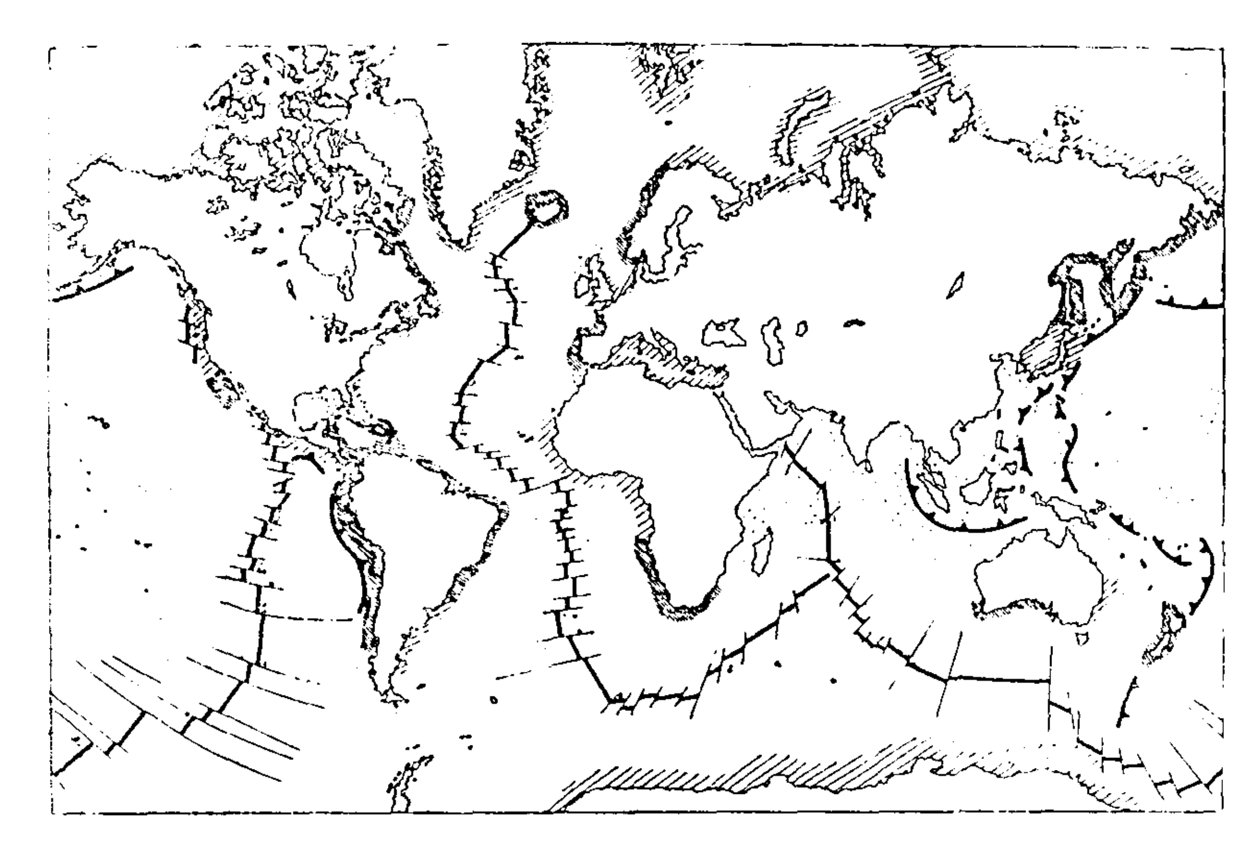
أورالى — افريقى بلقانى

كورديليرى تثى — كاليدونى

تحتفظ جبال متقطعة معينة تمتد على شكل احزمة بالسجل الحفرى للنشاط التكتونى للارض . (الالوان) . ولا سيما تلك التى تحتفظ بتتابع كامل للصخور والمبينة بنقط سوداء فى الرسم . فمثلا الحزام الافريقى البلقانى يتكون من صخور ترجع الى ٨٧٢ مليون سنة الى ٤٥٠ مليون سنة قبل الوقت الحاضر . وتجمع سجلا لكل الأحياء من بدء ظهورها على سطح الأرض . وبعضها يبدأ من الكامبرى . وكانت هناك قارة عملاقة تمزقت الى أربع قارات او اكثر ، قبيل العصر الكامبرى أو بعده . وربما مثلت الجبال الكاليدونية اصطدام قارتين حوالى العصر السيلورى او اوائل الديفونى (منذ ٤٠٠ مليون سنة) . وربما مثلت جبال الابلاش الهرسينية اصطدام قارتين خلال العصر الكربونى (منذ ٣٠٠ مليون سنة) . كذلك جبال أورال ربما مثلت اصطدام قارى آخر حوالى العصر البرمى الترياسى (منذ ٢٢٠ مليون سنة) . والنظام الكورديليرى التيثيسى يمثل منطقة بناء جبال فى زمن الحياة الوسطى وتمثل الاصطدام القارى الذى انتهى بجبال الألب والهيمالايا . والأحزمة الباقية التى تحتفظ بالسجلات الحفرية هى بقايا قاع المحيط فى طيات الجبال. حافات قاع البحر مبنية مثل حافة وسط الأطلنطى . مناطق الابتلاع توضحها المنحنيات السوداء ذات المثلثات .



التنوع النسبى للانواع التى تعيش فى الماء الضحل والتى تسكن قاع المحيط فى الوقت الحاضر · وهذه الخريطة قائمة على توزيع ثنائية الفصوص من الأصداف والبطنقدميات والقنفذيات والمرجان · اللون الداكن يبين اعلا تنوع الذى يبلغ ٢٠ ضعفا لأدنى تنوع (اللون الفاتح) ·



أقاليم المياد الضحلة الأحيائية موزعة توزيعا شماليا جنوبيا على طول خط التدرج فى حرارة مياد المحيط · وموزعة أيضا على حافات تحت المحيط · وتظهر فى الخريطة الاقليم الهندى هادى الواسع (بنقط) الذى يطغى على عدة جزر · وتبين الخريطة ٣١ اقليما احيائيا

عند موقع خانق · وبذلك يمكن أن تتجمع القارات فى قارة كبرى ، ويمكن ان تتمزق الى قارات صغرى وتطوف فوق قشرة الأرض كما يطوف الراكب السلبى فوق صـــفائح وفى خلال عشرات أو مئات أو ملايين السنين تخلق قارات بأكملها أو تتحطم وتتغيــر عدد القارات وأحجامها وتتباعد تباعدا كبيراً ·

ويتضح سجل هذا التمزق والالتئام القاريين مما هو موجود فى المناطق المتغيرة فى النطاقات الجبلية فى العالم ، ولا سيما هذه النطاقات التى تحتوى على تكوينات صخرية تعرف باسم افيوليت ophiolites · وهى تكوينات تمتاز بتتابع وتكوين صخرى معين معظمه (من أسفل الى أعلا) من الالترافيك ، (صخر غنى بالمغنسيوم ويتكون أساسا من الاوليفين والجابرو (وهو صخر بازلتى خشن الحبيبات) والصخور البركانية والصخور الرسوبية · والحزام الافيوليتى الرئيسى للارض يحتفظ ـ كما يعتقد ـ ببقايا من حوض المحيط الذى اختفى (أنظر الأشكال) ووجود هذا الحـــزام داخل قارة (مثل الحزام الأورالى فى الاتحاد السوفيتى) دليل على وجود حوض محيطى هناك يفصل بين قارتين ، اصطدمتا فى الماضى والتأمتا فى قارة واحدة · ومن الممكن « قراءة » تاريخ هذه الأحداث الجيولوجية ، من فتح المحيطات ، وتشتت القارات، وغلق المحيطات مرة أخرى بالتصادم ، من جيولوجية أى نظام جبلى ·

وبالطبع صحب ذلك تغير مستعر فى البيئة الاحيائية · فمثلا تغير شكل القارات سيؤثر تأثيرا بالغا على التيارات البحرية ، ودرجات الحـــرارة ، وطبيعة الذبذبات الفصلية ، وتوزيع المواد الغذائية ، ونمط الانتاج وعوامل اخرى لا حصر لها ذات تاثير مباشر على الكائنات العضوية · لذلك لابد وأن الاتجاهات التطورية للاحياء البحرية قد تراوحت خلال الزمن الجيولوجى ، حيث عمل الانتخاب الطبيعى على ان يتلاءم الكائن الحى مع بيئته ·

لابد واننا نستطيع أن نتعرف على هذه التغيرات من السجل الحفرى · بل ان علماء الأحياء القديمة قد تعرفوا منذ وقت طويل على التغيرات الواسعة فى تركيب وتوزيع وتنوع الحياة البحرية التى احتفظ بها فى السجل الحفرى · والآن وربما لأول مرة أمكن اعادة تصور تتابع التغيرات البيئية القائمة على تكتونية الصفائح ، لنحدد التتابع البيئى ولمحاولة ربطها بتتابع التغير الحيوانى الذى يشاهد فى السجل الحفرى· مثل هذا التصور الشامل الكامل يمكن أن يفسر كثيرا من مسائل التغير الحيوانى التى ظلت لغزا محيرا مدة طويلة · بل انه فى هذا الوقت المبكر استطاع علماء الأحيـــاء القديمة أن يلقوا بعض الضوء على عدد من الأحياء المنقرضة والأحياء المتفرعة فى الماضى ·

وكخطوة أولى نحو فهم العلاقة بين تكتونية الصفائح وتاريخ الحياة ، من المفيد أن نبحث فى العلاقة الموجودة فى الوقت الحاضر بين الحياة البحرية ، ونسق الزحزحة القارية ونظرية تكتونية الصفائح • تعيش معظم الأنواع البحرية (٩٠٪ تقريبا) على الرفارف القارية أو على الأجزاء المرتفعة من قاع المحيط ، أو البحار الضحلة • على أعماق تقل عن ٢٠٠ مترا (٦٠٠ قدما) ، كما أن معظم السجل الحفرى يتكون من هذه الحيوانات • اذن فنمط الأحياء البحرية الخاصة بالمياه الضحلة وقاع البحار غير العميقة هو التى تهمنا هنا •

اكثر الحيوانات البحرية من التى تعيش فى المياه الضحلة تنوعا موجودة الآن فى العروض الدنيا ، فى الاقاليم المدارى ، حيث تمتلىء المجتمعات الحيوانية بعدد ضخم من الأنواع عالية التخصص • واذا تقدمنا نحو العروض الأعلى ، يقل التنـــوع تدريجيا ، ولا يعيش فى المناطق القطبية ودون القطبية سوى عشر عدد الحيـوانات التى تعيش فى الاقاليم المدارى (أنظر الايضاح المصور ص ٢٥٢) • ويتفق التـدرج فى التنوع الحيوانى مع التدرج فى مصادر الطعام ، وكلما اصبحت الذبذبة الفصلية اكثر وضوحا ، اصبحت الذبذبة فى الانتاجية الأولى (التناسل) اكثر وضوحا كذلك• ورغم أن هذا التدرج النطاقى العرضى اكثر وضوحا ، فان هناك أيضا تدرج طولى هام فى التنوع الاحيائى • فمثلا فى المناطق التى تقع على عروض متشابهة ، نجد التنوع اقل ، حيث يوجد تغيرات فصلية حادة (مثل التنوع فى التيارات السطحية ، او فى ارتفاع موجة الماء الباردة) • من التى تؤثر فى الموارد الغذائية ، مما يؤدى الى ذبذبة كبيرة فى التناسل •

لذلك ، ففى اى خط عرض ، نجد التنوع الاحيائى اعلا ما يمكن بالقرب من شواطىء الجزر أو القارات الصغرى فى المحيطات الواسعة ، حيث لا يتاثر مورد الغذاء كثيرا بالذبذبات التى تحدثها كتل القارات الكبيرة ، ولا سيما عندما تواجه محيطـات صغيرة حيث التنوع الفصلى فى المياه الضحلة اكبر ما يكون • باختصار ، بينما التنوع العرضى يتزايد عامة من العروض العليا الى العروض الدنيا ، فان التنـــوع الطولى يزداد عامة مع ازدياد البعد عن الكتل القارية الكبرى • وفى كلتا الحالتين هنــاك ارتباط بين زيادة التنوع الاحيائى وبين استقرار موارد الغذاء • واستقرار موارد الغذاء يتوقف كثيرا على شكل القارات ، كما أنه يتوقف أيضا على مدى توزيع البحار الداخلية وعلى وجود جبال ساحلية • والبحار التى تقع فوق الرفارف القارية ذات اهمية خاصة • ليس فقط لأن البحار الضحلة الواسعة تمثل بيئات جيدة للحيوانات التى تعيش فى البحار الضحلة ، ولكن لأنها تميل الى أن تعدل التغيرات المناخية ، ولهـا اثر فى تلطيف البيئة المحلية •

والحيـــوانات البحـــرية فى الوقت الحـــاضر شـــديدة الاقليميـــة . بمعنى ان الأنواع البحـــرية التى تعيش فى كل بحـــر تختلف عن الأنواع التى تعيش فى البحـــار الاخـــرى كمـــا ان الأنواع التى تعيش فى جـــانب من المحيط تختلف عن الأنواع التى تعيش فى جانب آخر . بل ان على طول السواحل الطويلة ، هنـــاك تغير فى الأنواع الرئيسية التى تعيش فى البحار من مكان الى آخر ، وهذا يختلف عادة عن الأنواع التى تعيش فى جانب آخر . بل بالنسبة للسواحل الطويلة ، هناك اختلاف مع تغير النمط المناخى . ويكون قاع البحر العميق ، الذى تميزه الحافات المحيطية ، حاجزا هاما أمام انتشار أحياء المياه الضحلة . كما تمثل الانتقال من مناخ الى آخـر بالانتقال عبر خطوط العرض المختلفة حاجزا آخر . وتكون سلاسل الحافات المتتالية فى الوقت الحاضر من الشمال الى الجنوب نمطا من توالى القارات والمحيطات يتبع خطوط الطول . وبذلك يخلق سلسلة من الحواجز أمام الأحياء البحرية التى تعيش فى البحار الضحلة . كما أن الانتقال الحاد من الجنوب الى الشمال تبعا لخطوط العرض يخلق سلسلة من المناطق المحلية على طول السواحل الشمالية الجنوبية. ولذلك فان الحيوانات البحرية فى الوقت الحاضر تنقسم الى ٣٠ قسما محليا . ولا تشترك فيما بينها الا بنسبة ضئيلة من الأنواع . (أنظر الخريطة) . ويقدر أن عدد الأنواع البحرية التى تعيش اليوم فى البحار الضحلة فى العالم يبلغ عشر مرات عددها لو كانت كلها تعيش فى اقليم واحد ، ولو كان اقليما متنوع الميزات .

وتكون الأقواس البركانية التى تظهر فوق نطاقات الابتلاع سلاسل تكاد تكون متصلة من الجزر الساحلية ، ولذلك فهى تكون طرقا رائعة للانتشار . وعندما تمتد سلاسل الجزر امتدادا شرقيا غربيا بحيث تقع فى نفس النطاق المناخى ، فانه تسكنها حيوانات بحرية متنوعة تنوعا شديدا بالنسبة لهذا النطاق المناخى . وان أكثر الأقاليم البحرية اتساعا ، وأوفرها تنوعا ، هو اقليم المحيط الهندى الهادى ، الذى يرتكز على أقواس جزرية فى وسطه . وتفيض الحياة البحرية من هذا الاقليم الى الرفارف القارية المدارية غربا (الهند وشرق افريقيا) والى جزر بولينيزيا وميلانيزيا أو الجزر البركانية المدارة شرقا . هذا النطاق المدارى الحيوى الكبير يفصله عن البر الأمريكى الغـربى حاجز جزر المحيط الهادى الشرقية . وهو حاجز جغرافى حيوى كونته حافة تمتد تحت المـاء .

تتفق بعض الأنماط البحرية فى تخصصها وتنوعها اتفاقا شديدا مع جغـــرافية البحار والمحيطات وتوزيع القارات الحالية . وما نشأ عن ذلك من تفـرع البيئات البحرية ولذلك فاننا نتوقع وجود أقاليم احيائية قديمة ونمط احيـــائى متنوع قديم يتفق مع الجغرافيات القديمة . ومن الجغرافيات القديمة التى أمكن تصورها احسن تصور هى الجغرافيا التى كانت موجودة بالقرب من بداءة العصر الترياسى منذ حوالى ٢٢٥ مليون

سنة · عندئذ كانت القارات متجمعة فى قارة عملاقة واحدة اطلق عليها قارة بانجايا Pangaea . التى لابد وأن كان لهـــا هامش متصل من البحار الضحلة يلف حولها · دون ان يكون هناك أى حاجز كبير يحول دون انتشار الحياة البحرية فيه (انظر الشكل) · ولذلك لم يكن هنـــاك تعـــدد فى الاقاليم الاحيائية البحرية ، اذا ما قورن هذا الوضع بالوضع الحالى · ومن المحتمل أن يكون المناخ البحرى حينذاك معتدلا ، كما أن الحرارة كانت أكثر ارتفاعا حتى فى مياه العروض العليا مما هى عليه الآن · وبذلك لم يكن هناك تنوع مناخى كبير · واكثر من هذا فقد اقتصر امتداد البحار وقتذاك على أحواض المحيطات ، ولم تنتشر مياه البحر فوق الرفارف القارية · وبذلك تقلصت البيئات البحرية للمياه الضحلة تقلصا كبيرا . أولا بسبب انكماش طـــول السواحل ، اذ لم تكن هناك سوى قارة واحدة عملاقة ، وثانيا بسبب انسحاب البحـر من الأرصفة القارية · وهذا ادى الى تقليل تنوع الأنواع البحرية · وأكثر من هـــذا فتركيز اليابس كله فى قارة واحدة كان من شانه ان يقدم احوالا ساحلية غير مستقرة · وهذا اثر فى موارد الغذاء ، اذ لم تكن مستقرة اذا ما قورنت بالحالة التى هى عليها الآن · كل هذه العوامل أدت الى تقليل التنوع فى الأحياء البحرية ، ومن ذلك نستطيع أن نستنتج أن البيئة البحرية كانت متجانسة ، وان المجتمع الاحيائى كان مكونا من عدد ضئيل نسبيا من الأنواع · وهذا بالضبط ما يدل عليه السجل الحفرى · قبل العصر الترياسى ، خلال زمن الحياة القديمة ، كان التنوع الاحيائى كبير (أنظر الرسم ص ٣٢٧) ثم تقلص بشدة مرة اخرى قرب نهاية العصر البرمى اثناء موجة كبيرة من انقـــراض الأحياء ، وهى أشد الموجات التى تعرضت لها الحياة الحيوانية البحرية · وانقرضت الأحياء المتكيفة تكيفا شديدا ، والمتخصصة تخصصا فائقا والتى كانت تعيش فى آخر زمن الحياة القديمة ، وتركت خلفا استطاع أن يعمر ولكن بهياكل بسيطة · وكان معظم هذا الخلف من اكلات حطام الصخر ، أو آكلات المواد العالقة فى الماء اى كانت تتغذى على ما تصطاده من طبقات الماء الذى يعلو قاع المحيط مباشرة · وهذه الأنماط الاحيائية التى نجحت فى بيئاتها تشبه الى حد كبير ما يعيش فى البيئات غير المستقرة فى الوقت الحاضر ، أى فى العروض العليا مثلا · ولكنها من ناحية اخرى ، اذا نظر اليها من وجهة نظر بيئية تشبه السكان فى البيئات المستقرة ، اى فى الاقاليم المدارية مثلا · ويبدو أن سبب الانقراض اذن هو تقلص امكانيات التنوع فى البحار الضحلة ، وانكماش نطاق البيئات ووجود ظروف بيئية أقل ثباتا ·

وفى العصر الذى تلا عصر الانقراض الكبير ، تحطمت قارة بانجايا وتمزقت الى قارات بدأت تتباعد بعضها عن بعض بالتدريج · وبدأ ظهـــور الاقليمية فى مجتمعات الأحياء المائية الثابتة ، وامتلأت بحيوانات متخصصة عديدة ، ووصل التنوع فى الأحياء التى تعيش فى بحار العالم اقصاه بما لم يسبق له مثيل ، رغم موجات الانقراض التى كانت تنتابها من حين الى آخر ·

هناك وقت آخر يقارن بالعصر الترياسى ، يمتاز بانخفاض الاقليمية وانخفاض التنوع وارتفاع نسبة اكلات حطام الصخر وأكلات المواد العالقة التى تعيش قـــرب القاع · هذا الوقت هو آخر ما قبل الكامبرى والكامبرى ، عندما تخلت الحيـــوانات البحرية الرخوة عن مكانها لأنواع متخصصة تخصصا عاليا ، ذات هياكل عظمية ، متنوعة تنوعا أشد · ويبدو ان آخر العصر السابق للكامبرى كان يمتاز ببيئات بحرية غير مستقرة ، ويبدو انه كانت هناك قارة عملاقة ، أو على الأقل أن القارات حينئذ كانت متجمعة فى عدد اقل من الكتل القارية مما هى عليه الآن · ففى آخر عصر ما قبـــل الكامبرى أول سجل غير متفق عليه من الحياة اللافقارية ، وهذا كان يشمل الأنواع الحافرة التى ربما كانت ديدان جوفمعوية أو ديدان مفرغة الأجسام · وربما كانت هناك أربع قارات فى العالم وان لم تكن بنفس ترتيب القارات الحالى فى العصر الكامبرى · وكانت هناك فى هذا العصر حيوانات بحرية ذات هياكل . وكانت هذه الحياة مقصورة فى باديء الأمر تماما على سطح الماء ، تتغذى اساسا على حطام الصخر وعلى المواد العالقة ، وربما ضمت بعض اكلات العشب ·

ويبدو من المحتمل اذن أن الأنواع البحرية التى كانت تعيش فى أواخر عصر ماقبل الكامبرى كانت متكيفة مع الظروف غير المستقرة ، وأنها تفرعت وتنوعت أساسا بسبب معيشتها فى قاع البحار ، تتغذى على ما هو عالق بمياهها ، وربما تكيفت بعد ذلك تكيفا بدائيا كى تستطيع أن تحفر طريقها فى الصخر ، وأنها تفرعت فى هذا الاتجاه الى خمسة أشكال رئيسية · ديدان فصية بدائية كانت تعيش تحت قاع المحيط ، وتتغذى على المواد العالقة بالماء ، وديدان فصية بدائية أيضا تعيش ملتصقة بقاع المحيط وتتغذى على فتات الصخر · ديدان شبه فصية كانت تعيش فى قاع المحيط وتتغذى على فتات الصخر وديدان غير مفصلية كانت تعيش فى قاع المحيط وتتغذى بواسطة عائل ، والى جانب هذه الجوفمعويات كان هناك جوفمعويات اخرى (مثل المرجان والأسماك الهلامية وشقائق النعمان) وربما أيضـــا ديدان مســـطحة وغيرها من الديدان من غير الجوفمعويات ·

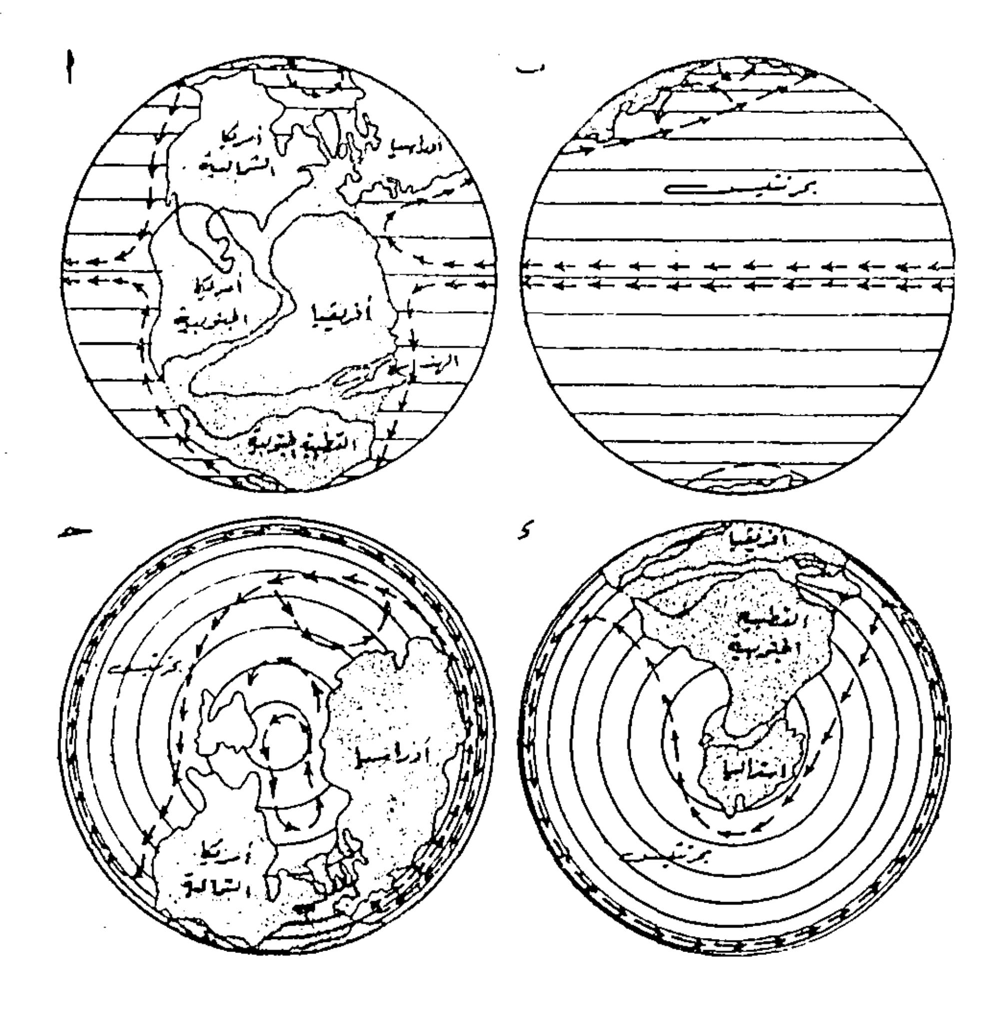
وشأت من الجوفمعويات التى تشبه الديدان أشكال أرقى من الأحياء ، بعضها ظهر فى العصر الكامبرى ، عندما ترتبت لأول مرة فى المجموعات التى تميزها فى الوقت الحاضر · وظهرت الفقاريات فى حفريات هـــذا العصر لأول مرة · ويبدو أن غزو الجوفمعويات لقاع المحيط وبدء نشأة أنواع فقارية عديدة . صاحبت تحسن عام للبيئة البحرية ، حيث أن القارات بدأت فى الانتشار بل أن اكتساب هياكل عظمية يبدو انه تطور يمكن الاحياء البحرية من أن تعيش فوق قاع المحيط وليس أسفل منه · ولذلك فان ظهور الهياكل العظمية المفاجيء فى السجل الحفرى مرتبط بتحسن أعضاء ساكنى القاع

فى البيئات البحريه · ثم تطور من هذا احياء لها حرية السباحة ، ونتج عن هذا أن انتشرت صاحبات الهياكل وسادت الاحياء البحرية كلها ·

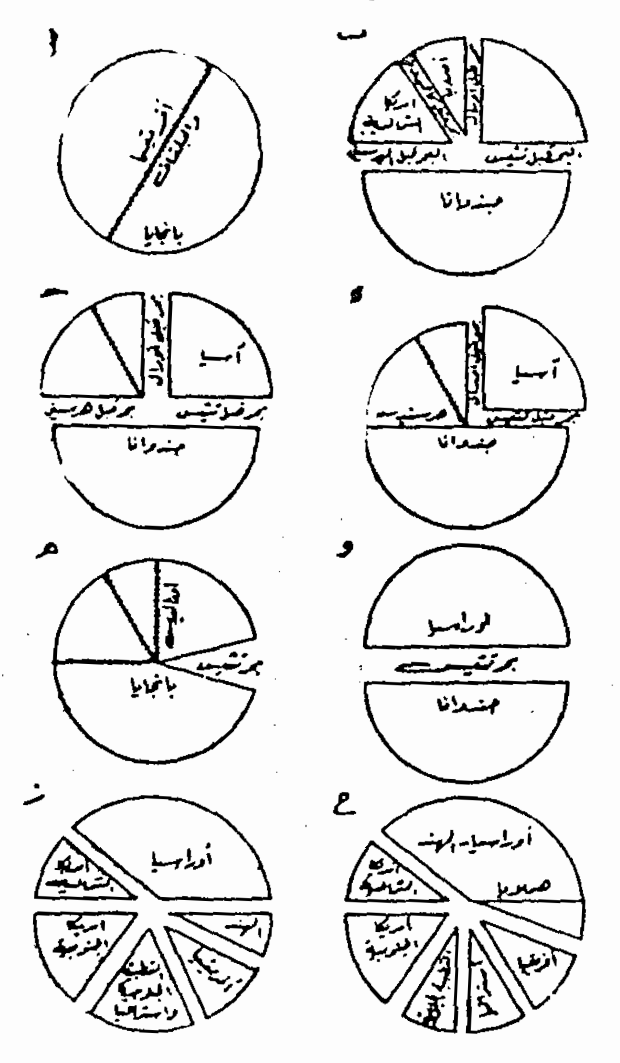
الارتباط حقا قوى بين الاحداث الكبرى فى تاريخ الحياة وأحداث التغيرات البيئية الكبرى ، كما استنتجناه من عمليات تكتونية الأطباق · ورغم أن تفاصيل هذا الأمر لا تزال عامة ومؤقتة ، فمما لا شك فيه أن الدراسة المستقبلة لهذا الموضوع ستكون مفيدة ، ويجب أن تؤدى مقدرة الجيولوجيين على اعادة تصور الجغرافيات القديمة الى تصور كامل لتتابع الأحوال البيئية السابقة كذلك · ويمكن عندئذ مقارنة هذا التتابع بتتابع صور الأحياء القديمة فى السجل الحفرى · وما سنقدمه الآن من مقارنة أولية عامة بين تتابع البيئات وتتابع الاحياء القديمة ، وبدون تفاصيل ، يشير الى ما تنتظره من أبحاث على المثال الذى شرحناه من قبل أو على مثال أخر شبيه به ·

قبل حوالى ٧٠٠ مليون سنة تطورت الحيوانات متعددة الخلايا والتى كانت تعيش فى قاع البحار الى ما يشبه الديدان المفلطحة · وليس لدينا حتى الآن أى سجل حفرى يبين خطوات تطورها · ولكن الأدلة المستقاة من علم الأجنة والتشريح المقارن تدل على أنها تطورت من اشكال عائمة ، ربما كانت يرقات اسماك هلامية ، وهى بدورها تطورت من حيوانات أحادية الخلايا ·

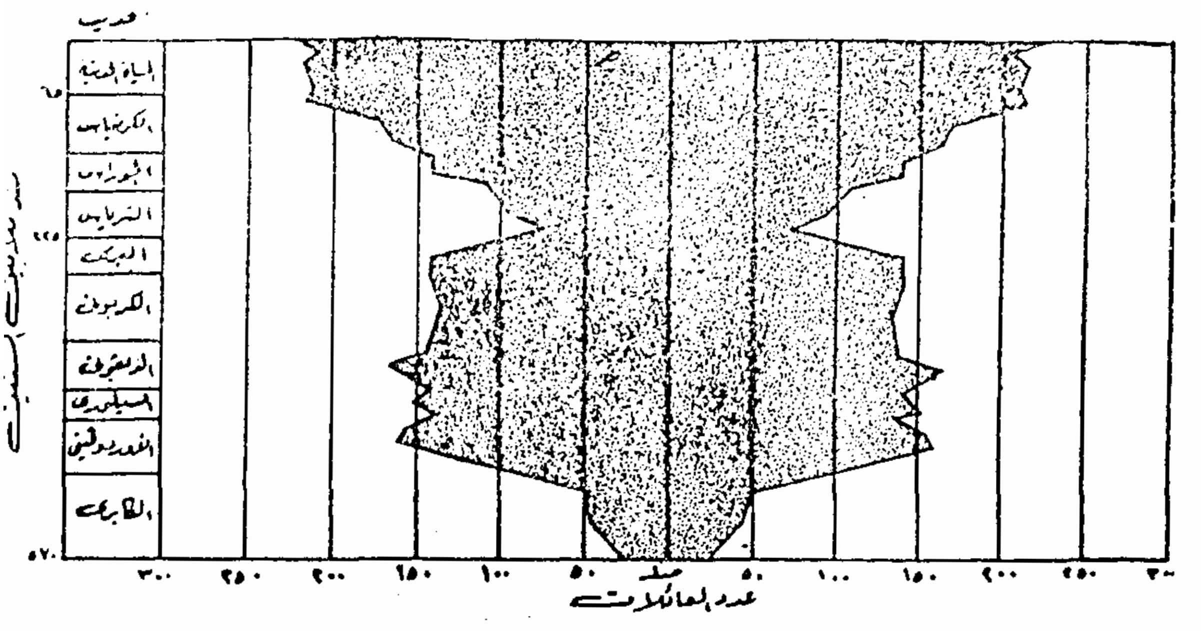
ومنذ حوالى ٧٠٠ مليون سنة تقريبا تطورت الأحياء استجابة لتغيرات فى البيئة، نتجت عن تمزق القارات ، وظهرت الجوفمعويات الحقيقية . وتطورت الفجوة فى هذا الحيوان ليصبح هيكلا للديدان المستديرة · ومكن هذا التطور الحيوان من أن يحفر لنفسه حفرة فى قاع البحر ، ومع مرور الزمن تفجر عن هذا تنوع كبير فى أشكال الديدان البحرية · ولا تزال حفر هذه الديدان محفوظة لدينا فى صخور عصر ما قبل الكامبرى · ومع ثبات واستقرار البيئة البحرية ازداد تفرع وتنوع هذه الاحياء · كما استتبع هذا تغير فى شكل الجسم واكتساب هياكل له · وكانت هناك ثلاثة أو اربعة أنماط من الديدان تمثلها انماط ذات هياكل عظمية تعيش اليوم · نمط منها كان من ديدان قصية مثل ديدان الأرض ، وكانت دائما تنخر الصخر اذ كانت تتغذى من فتاته وكان يمثلها فى العصر الكامبرى التريلوبيت (ثلاثية الفصوص) وما يشبهه من انواع · والنمط الثانى كان مفصصا الى غرفتين او ثلاث غرف جوفمعوية ، وكانت أيضا تنخر الصخر للسكن والغذاء . كما استطاعت فيما بعد أن تحصل على غذائها من المواد العالقة بالماء فوق قاع المحيط مباشرة · وهذه تفرعت الى اشكال مختلفة مثل المسرجيات والجماعيات brachiopods bryzoans · أما النمط الثالث فلها جسم طويل لها أعضاء داخلية . ولكنها ليست قصية · من هذه تطورت الرخويات mullases مثل الحلزونيات التى لا تزال تعيش حتى الآن · وربما تطور أيضا نمط رابع غير قصى



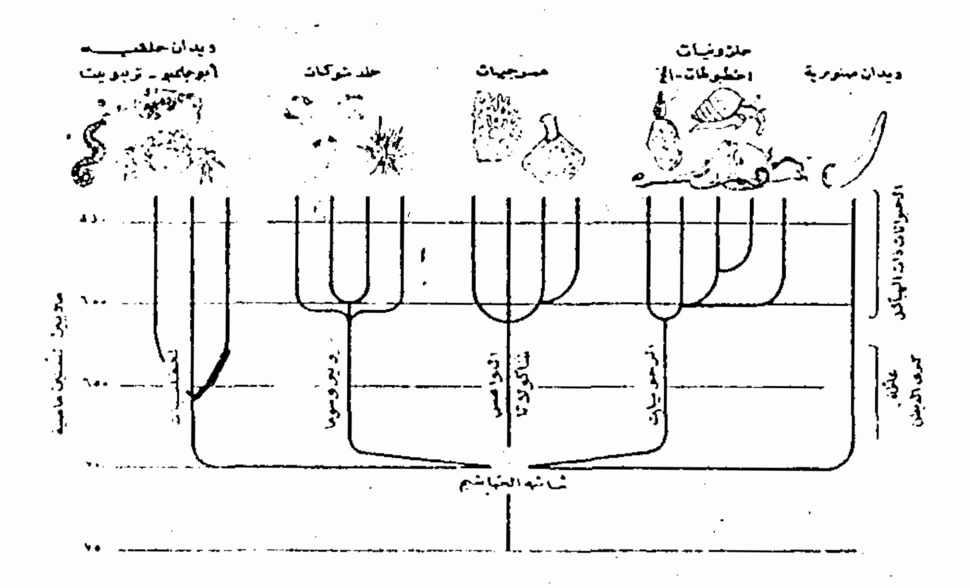
التيارات البحرية القديمة حول قارة بانجانيا ، وهى القارة العملاقة الوحيدة التى يعتقد انها وجدت بالقرب من بدء العصر الترياسى منذ ٢٢٥ مليون سنة ، تظهر هنا في مسقطين اســـتوائيين (أ ، ب) ومسقطين قطبين (جـ ، د) ٠ ونظرا للعوامل الجغرافية والبيئية التى تشمل أيضا التيارات الدفيئة الموضحة فى الخرائط . فاننا نتوقع وجود هامش من المياه الضحلة يحيط بالقارة العملاقة . ولكن كان يسكنها انواع قليلة واسعة الانتشار ٠ وتشير الحفريات الى تنوع قليل فى الأنواع الاحيائية وتجانس فيها كذلك



اشكال مبسطة تبين توزيع المحيـــطات والقارات خلال ٧٠٠ مليون سنة الأخيرة ٠ (أ) القارة العملاقة قبل الكامبرى التى تكونت من التحام كتل قارية سابقة (ب) العصر الكامبرى منذ ٥٧٠ مليون سنة تكونت من ٤ قارات (جـ) العصر الديفونى منذ ٣٩٠ مليون سنة تكون العالم من ثلاث قارات بعد انهيار المحيطات والتحام أوروبا وأمريكا الشمالية ٠ وفى آخر الكربونى أى منذ ٣٠٠ مليون سنة التحمت أورامريكا مع جندواذ' على طول الحزام الهرسينى (هـ) آخر البرمى أى منذ ٢٢٥ مليون سنة تقريبا التحمت آسيا بباقى القارات على طول الحزام الأورالى لتكون بانجايا مرة أخرى (و) فى آخر زمن الحياة الحديثة منذ ١٩٠ مليون سنة انفصلت لوراسيا عن جندوانا (ز) فى آخر الكريتاسى منذ ٧٠ مليون سنة تمزقت جندوانا تمزقا شديدا وكذلك لوراسيا ٠ (ح) التوزيع الحالى ويبين التحام الهند بأوراسيا ٠



تذبذب عدد العائلات ، ومن ثم مقدار تفرع الأجناس والأنواع فى اللافقاريات المعروفة التى تعيش فى الرفارف القارية خلال ٥٧٠ مليون سنة موقعة حسب العصر الجيولوجى ويتقدم الزمن الى أعلا



تقسيم عام لثنائية الخياشيم ، الأحياء البحرية الجوفاء ، قائم على وسائل التكيف الخاصة بها خط أواخر ما قبـــل الكامبرى انتهى أساسا بالديدان ، وبالأحياء التى تعيش فى أعماق البحر وذوات الهياكل فى العصر الكامبرى . الأحياء فى رأس الرسم هى الأحياء الحـــالية المنحدرة من أصول سالفة

ثاقب للصخر يتغذى على فتاته ، وهذا انتهى الى الديدان الثاقبة الحالية · وربما ادت هذه الى الجلد شوكيات echinoderms (التى تشمل خيار البحر والشوكيات) وهذه انتهت الى الحبولات chordates وفى النهاية الانسان · ورغم أن شجرة أنساب هذه الأحياء البحرية البدائية غير دقيقة ، وليست معروفة تماما ، الا أن خطواتها التكيفية تتضح يوما بعد يوم ·

ان تفرع الأحياء تفرعا رئيسيا وتشعبها الكبير فى عصر الكامبرى ، من الانواع تحت الأرضية الى أنواع تعيش فى قاع البحر كونت الخط التطورى الرئيسى ، التى احتلت البيئات البحرية الرئيسية · وأكثر من هذا فان الأحداث التطورية اتجهت نحو تعديل هذه الحيوانات الرئيسية الى نظام اكثر تعقيدا · وبعد العصر الكامبرى أصبحت الحيوانات البحرية التى تعيش فى البحار الضحلة أكثر تخصصا واغنى بالأنواع ، مما يدل على استمرار الاتجاه نحو استقرار الموارد الغذائية · وازدهرت الحيوانات التى تتغذى على المواد العالقة بالماء واستغلت اجزاء أعلى من الماء ، وازدهرت ايضا الحيوانات المفترسة · وقد وصلت هذه الأحياء الى قمة (وربما الى هضبة) فى العصر الديفونى ، اى منذ نحو ٢٧٥ مليون سنة · وأخيرا ازيحت هذه الأحياء جميعا وتقلص تفرعها مع حلول عصر الانقراض الكبير وهو العصر البرمى الترياسى وهكذا واكب قيام الحيوانات فى زمن الحياة القديمة تحسن فى الأحوال البيئية ، وازدياد فى الاقليمية، بينما تدهور هذه الحيوانات صحبة سيادة ظروف شاقة من عدم الاستقرار البيئى ونقص فى الانسال · وما تلا ذلك من تمزق القارات وتشتتها أدى الى الغلاف الحيــوى الحــالى ·

ونحن اليوم نعيش فى عالم بالغ التنوع ، وربما عاش فيه من الأنواع اكثر مما عاشت فى أى زمن مضى ، وصحب ذلك مجتمعات احيائية غنية فى أنواعها ، متشعبة فى حيواناتها ، تعيش فى عدد كبير من الأقاليم الاحيائية ، ربما كانت اكبر الأقاليم عددا أكثرها ثراء فى الاحياء · لقد وهبنا غلافا حيويا ثريا بأنواعه المتنوعة، وانه لمن المؤسف ان نسىء الى هذا الغلاف حتى يرتد الى حالة لا تسمح الا بحياة اقل تنوعا ، مع ما يصحب ذلك من اندثار مجموعات بأكملها من الأحياء · وتستطيع العــوامل الطبيعية بطبيعة الحال أن تعيد للغلاف ثراءه مرة اخرى ، اذا تذرعنا بالصبر وانتظرنا عشرات أخرى من ملايين السنين · وليس لنا خيار الا أن نحافظ على البيئة بحــالتها الراهنة ، ونحتفظ بهذا التنوع الثرى من الأحياء ·

٢٠ ـ الزحزحة القارية والتطور

بورن كورتين

مارس ١٩٦٩

ان تمزق القارة العملاقة كان له آثار كبرى على الأحياء الحالية ٠ فهل هذا يفسر الاختلافات الموجودة فى تنوع الزواحف والثدييات ؟

يتميز تاريخ الحياة على الأرض ، كما يبينه السجل الحفرى بفترات تكاثرت فيه الكائنات الحية من أى نمط معين وتنوعت بنشاط فائق جدا ٠ من هذه الفترات عصر الزواحف الذى استغرق ٢٠٠ مليون سنة ، وأنشا ٢٠ فصيلة من الزواحف ٠ ثم تبع عصر الزواحف عصرنا نحن ، عصر الثدييات الذى استغرق ٦٥ مليون سنة ، والذى أنشا ٣٠ فصيلة من الثدييات ٠

والفرق بين عدد فصائل الزواحف وعدد فصائل الثدييات محير ٠ كيف تفرعت

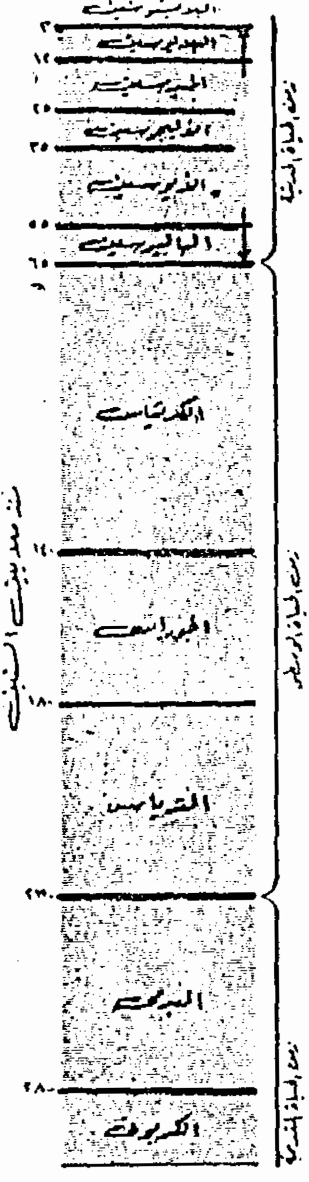
الثدييات الى نصف عدد فصائل الزواحف فى ثلث زمن تفرع الزواحف ؟ ربما كمنت الاجابة فى نظرية الزحزحة القارية التى احتلت قدرا كبيرا من اهتمام الجيولوجيين والجيوفيزيقيين فى الآونة الأخيرة (أنظر اثبات نظرية الزحزحة القارية لباتريك م · هرلى ، سيانتيفك أمريكان فصلة ٨٧٤) . ويبدو الآن انه خلال معظم عصر الزواحف كان العالم متكتلا فى قارتين عملاقتين ، احداهما فى نصف الكرة الشمالى والاخـرى فى نصفها الجنوبى · وفى بدء عصر الثدييات تمزقت على ما يبدو هاتان القارتان الى قارات العالم اليوم ، غير ان المعابر الأرضية بين القارات لم تكن قد استقرت بعد · وربما كان توالى الأحداث قد اثرت كثيرا على تطور الأحياء الحالية ·

عالم الأحياء هو عالم المتخصصين · فلكل حيوان ونبات دوره البيئى الخاص· فمن بين ثدييات أمريكا الشمالية مثلا توجد الحيوانات العاشبة فى البرارى مثل الوعل· وعاشبات الغابات مثل الغزال ، واكلات اللحم المتخصصة فى الصيد الضخم مثـل سبع الجبال ، أو الصيد الصغير مثل الثعلب وهكذا ·· وتضم كل فصيلة من فصائل الثدييات عددا من الأنواع ، يقترب كل منها من الآخر وتشترك فى أصل واحـد ، وفى نوع التخصص بوجه عام ، ويشبه بعضها البعض الآخر شبها فيزيقيا · ففصيلة اكلات اللحم مثلا تتكون من عدد من الأشكال المتشابهة (ابن عرس ، الدب ، الكلب القط ، الضبع وما الى ذلك) ومعظمها اكلات للحم · وهناك استثناءات قليلة مثل نوع من الذئاب ياكل النمل والباندا الذى يعيش فوق أعواد البوص العمـلاقة ، ولكن هذه يقال لها انها قليلة التخصص ·

التفـــرع والتـــلاقى

رغم تفرع فصائل الثدييات تفرعا كبيرا ، الا انها كلها ترجع الى أصل واحد · فكلها نشأت من نوع واحد ، عاش فى وقت واحد غير معروف فى زمن الحياة الوسطى· الذى يتفق عامة مع عصر الزواحف · وقد أطلق عالم الأحياء القديمة الأمريكى هنرى فيرفيلد أوزبورن على تطور الأحياء من أصل واحد بالتفرع التكيفى adaptive radiation بالتكيف لوسائل الحياة المختلفة ـ سيرا أو تسلقا أو عوما أو طيرانا ، أو اكل النبات أو اكل اللحم وما الى ذلك ، يتفرع الخلف ويزداد تفرعا جيلا بعد جيل · وهذا التفرع التكيفى ليس مقصورا على الثدييات ، بل اننا نجد نفس العملية فى أقسام المملكتين النباتية والحيوانية الكبرى ·

اما الظاهرة العكسية التى تتقارب فيها الأجناس التى كانت متباعدة عن طريق



ست فترات من تاريخ الأرض احتلها عصر الزواحف والثدييات · ظهرت الزواحف منذ ٢٨٠ مليون سنة فى اخر زمن الحياة القديمة وحلت محلها الثدييات كحيوان سائد فى الأرض منذ ٦٥ مليون سنة

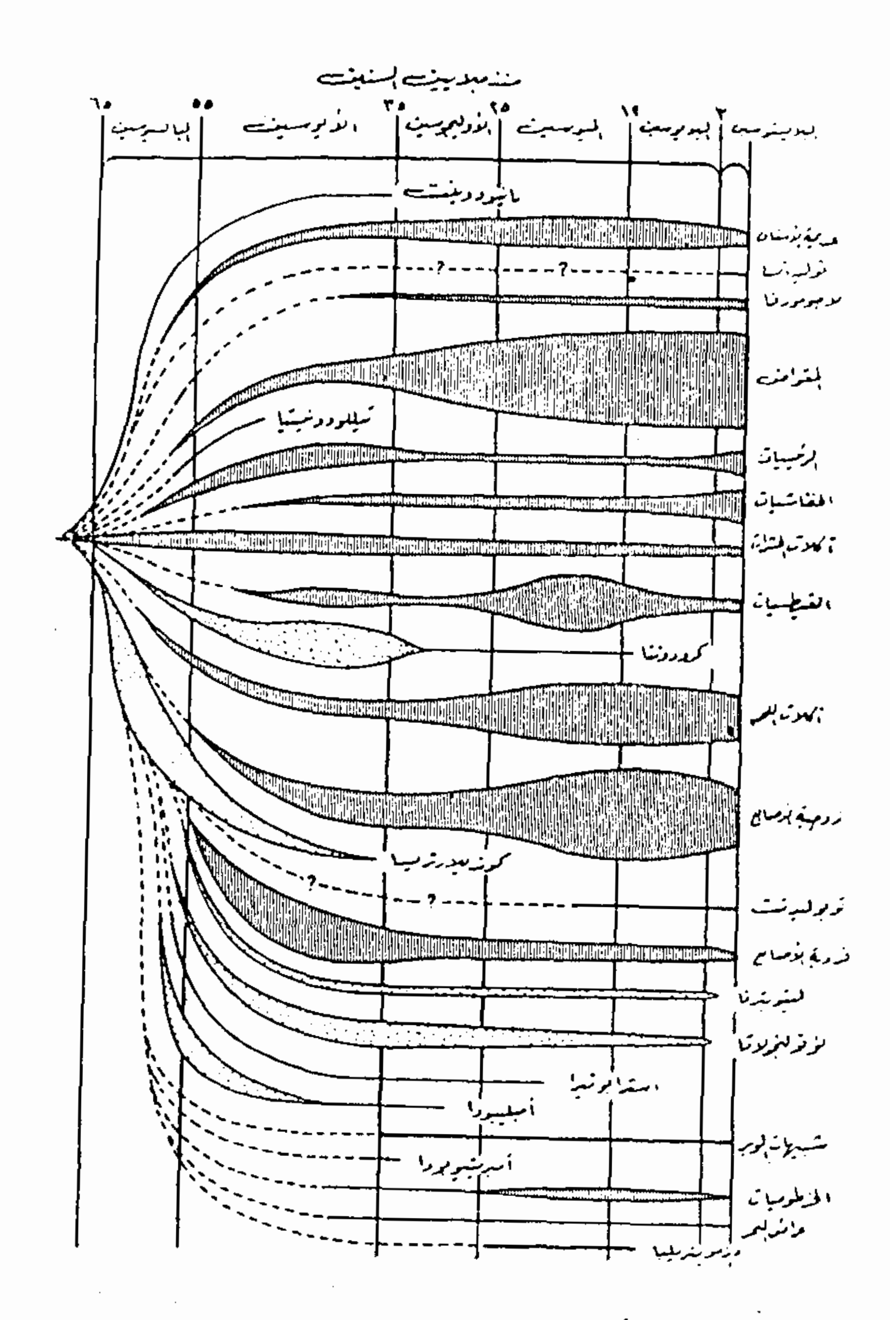
التكيف لأسلوب حياة مشتركة ، تسمى التلاقى convergence · وهذه الظاهرة أيضا تبدو شائعة جدا بين الثدييات · فهناك ميل الى مضاعفة اعدادها والى وجود ثلاثة امثال العدد من الفصائل التى تقوم بنفس الوظيفة · ومن اشهر الأمثلة لذلك تعدد الثدييات التى تتخصص فى أكل النمل فى الاقاليم المدارية · ويملأ هذا الركن فى امريكا الجنوبية دب النمل myrmocophaga وأشكاله التى تشبهه · وكلها تنتمى الى فصيلة آكلات النمل edentata · وتقوم بنفس الدور فى أفريقيا وآسيا فصيلة Pholidota أو آكلات النمل الكبيرة · وفى افريقيا هناك فصيلة ثالثة تأكل النمل هى Tubulidentata واخيرا فى استراليا هناك فصيلة monotremata · وهكذا لدينا أربعة فصائل تقوم أعضاؤها بنفس العمل · وتحيى نفس الحياة ·

ومن الممكن ان نورد امثلة أخرى كثيرة ، فهناك مثلا فصائل عديدة بائدة وباقية لآكلات العشب ذوات الحافر ، فهناك فصيلتان باقيتان هما (القوارض Lagomorpha Rodentia الأرنب والأرنب البرى ، تخصصت قواطعهما التى تشبه الإزميل فى القرض · كما تخصصت قوارض اخرى بائدة ، منها احدى الرئيسيات التى عاشت فى العصر الجليدى ، وحيوان جرابى marsupial دخل فى الكوة الخاصة بالقوارض (انظر الشكل الأعلى ص ٣٦٧) · هذا التكرار او شبه التكرار فى انواع متشابهة من الحيوانات، جزء أساسى فى تكوين حياة الثدييات التى تفرعت خلال زمن الحياة الحديثة أو عصر الثدييات · ولا يزال ثلثا فصائل الثدييات التى تعيش فى اليابس من بين ٣٠ فصيلة تعيش حتى الآن ·

زواحف العصر الكريتاسى

تنقسم حقبة ٦٥ مليون سنة التى تكون الزمن الحديث الى قسمين العصر الثالث الطويل والعصر الرابع القصير ، وهو يشمل الوقت الحاضر · وعصر الزواحف وطوله ٢٠٠ مليون سنة يشتمل على ثلاثة عصور هى الترياسى والجوراسى والكريتاسى . والجزء الأخير من الزمن الأول المسمى بالعصر البرمى · ومن المفيد أن نقارن عدد فصائل الزواحف التى ازدهرت خلال بعض فترات الزمن الثانى المساوية لزمن الحياة الحديثة فى عدد السنين ، بعدد فصائلها التى ازدهرت فى زمن الحياة الحديثة · ولنأخذ العصر الكريتاسى كمثال . ان طوله يبلغ ٧٥ مليون سنة . فهو أطول بقليل من عصر الثدييات · وفوق هذا فهذا العصر هو قمة ازدهار الزواحف ، وسجله الحفرى محفوظ بحالة جيدة فى معظم القارات · وكانت تعيش فى العصر الكريتاسى هذه الفصائل

فصيلة التماسيح Crocodilia وتشمل التمساح والتمساح الأمريكى وما اشبه ·



التشعع التكيفى للثدييات وقد تتبعنا خطواته منذ أواخر زمن الحيـــاة الوسطى وذلك بفضل جهود رومر (جامعة هارفارد) · ويبين الشكل سجلا لخمس وعشرين فصيلة منقرضة وباقية من الثدييات ذات المشيمة ـ الأنواع المنقرضة مبينة بنقط ـ تقطع الخط يدل على عدم وجود سجل حفرى ·

فصيلة برمائية مفترسة ، حجمها متوسط وكبير ٠

فصيلة الديناصور Saurichia ٠ وكان منها طرازان أصليان : المفترسة الذى يسير على ساقين Therpada ، والبرمائية أكلة العشب Sauropoda ٠

فصيلة ديناصور أورميشيزيا Ormithischian ، وكان منها ثلاثة طرز : الذى يسير على ساقين العاشب Ormithopoda ، والمدرع العاشب الذى يسير على أربع والقرن العاشب

فصيلة الزاحف الطائر Order Pterosauria

فصيلة السـلاحف Order Chelonia

فصيلة السـلاحف Order Squamata

وتنقسم الى قسمين السحالى Lacertilia والثعابين Serpentes

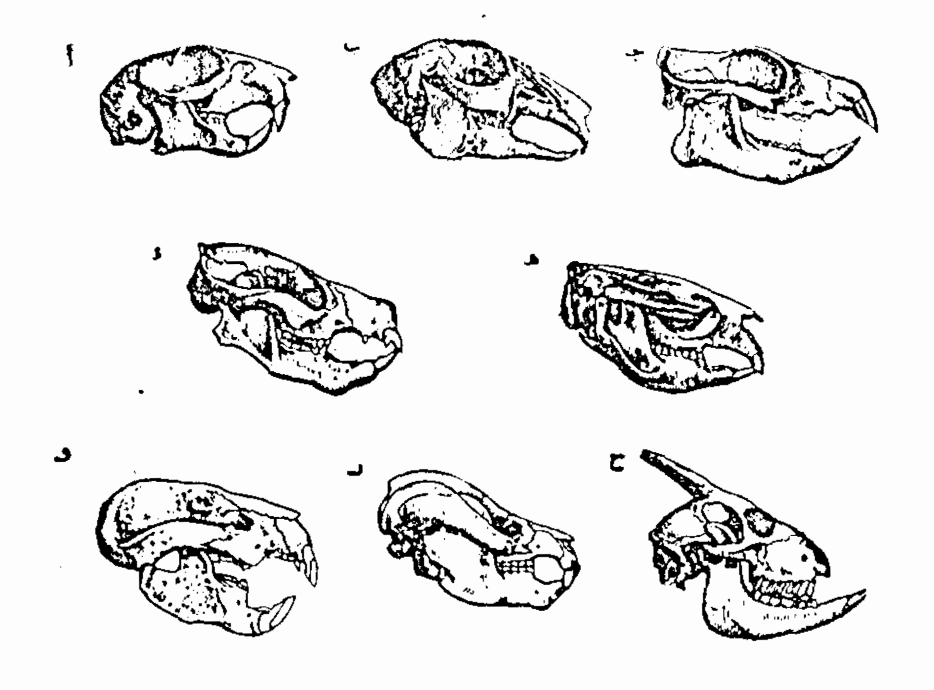
وكلاهما له دوره البيئى ، مفترسة ، صغيرة أو متوسطة الحجم

فصيلة البرمائيات المفترسة Choristodera

وهناك بعد ذلك فصيلة أو اثنتان تمثلهما انواع نادرة ، وحتى لو حسبناهما ، لكان لدينا ثمان أو تسع فصائل من الزواحف البرية فى العصر الكريتاسى ٠ ونستطيع أن نقول أن فصيلة الزواحف أعلى بقليل من فصيلة الثدييات ٠ فبعض فصائل الثدييات تشمل على طرازين أو ثلاثة طرز تكيفية ٠ وحتى لو فصلنا هذه لكان لدينا ١٢ او ١٣ طراز فقط ٠ واكثر من هذا فيبدو انه لم يكن هناك سوى حالة واحـدة من التكرار الواضح ٠ (فالسلاحف لا يمكن أن تعتبر تكرار للديناصور المدرع ٠ لأنها كانت أصغر منها بكثير) ٠ وكان مجموع هذه الفصائل ١٢ فصيلة تطورت خلال ٧٥ مليون سنة ، وهذا عدو ضئيل بالمنسبة للثدييات التى ظهر منها ٣٠ فصيلة فى فترة ٦٥ مليون سنة ٠ فاى ضوء تستطيع الجغرافيا القديمة أن تلقيه على هذا الموضوع ؟

قارات زمن الحيـاة الوسطى

أطلق على القارتين العملاقتين اللتين كانت موجودتين فى عصر الزواحف اسم لوراسيا (نسبة الى لورانسيا واوراسيا) وجندوانا لاند (نسبةالى تكوين جيولوجى مميز) ٠ وكان يفصل بينهما بحر تثيس Tethys (نسبة الى زوجة أوقيانوس فى الميثالوجيا الاغريقية والتى كانت ام البحار) ٠ وكانت لورانسيا القارة الشمالية تتكون من جرينلنده واوراسيا المستقبلة شمالى جبال الألب والهيمالايا ٠ اما جندوانا ، القارة الجنوبية فتتكون من أمريكا الجنوبية وافريقيا والهند واستراليا المستقبلة ٠ وربما بدأت القارتان العملاقتان فى التمزق منذ العصر الترياسى ، ولكن الفوالق بينها



قواطع تشبه الازميل مهيئة للنبش ـ يبدو أنها ظهرت فى عدد من الفصائل المنقرضة والباقية • الى جانب القوارض :

(أ) سـنجابى

(ب) ارنب برى

(جـ) تروجوسوس ، من الرئيسيات الاولى

(د) زاحف يشبه الثدييات من العصر الجوراسى

(ز) عنز من البلايستوسين

(هـ) ثديبى منقرض

الكيسيات المفترسة • الحية والمنقرضة

(١) القطة الاسترالية

(ب و) الشيطان الشمالى

(جـ) الذئب الشـمالى

(د) نمر ربما يكون قد انقرض •

(هـ) حيوان انقرض منذ البلايستوسين

لم تصبح حواجز تحول دون حركة الحيوانات الا فى العصر الكريتاسى ، عندما كان عصر الزواحف يقترب من نهايته ·

وعندما بدأت الثدييات فى التفرع فى أواخر العصر الكريتاسى وأوائل العصر الثالث ، كان انفصال القارات قد وصل الى نهايته · فقد تقطعت الوشائج القديمة ، ولم تحل محلها وشائج أخرى · ثم تمزقت كتل اليابس مرة أخرى بارتفاع مستوى البحر ، وغمرت المياه حافات القارات وكونت بحارا داخلية واسعة . بعضها قسم القارات تماما · فمثلا تمزقت أمريكا الجنوبية الى قسمين بالمياه التى عمرت حوض الأمازون · وانقسمت أوراسيا قسمين باتصال بحر تثيس بالمحيط المتجمد · فى هذه الظروف أصبح كل جزء من القارة العملاقة القديمة نواة لتطور تكيفى خاص ، كل جزء شجع ظهور مجتمع حيوانى متوازن خاص به · وكان هناك على الأقل ثمان نويات او اوطان لهذا التطور فى بدء عصر الثدييات · وبطبيعة الحال اختلف هذا الموضع عنه فى عصر الزواحف ، عندما لم تكن هناك سوى قارتين عملاقتين فقط ·

أين نشأت الزواحف

هناك بعض مفاتيح فى السجل الحفرى تدل على مناطق نشأة فصائل الزواحف · الا أن مرور وقت طويل بعيد ، واختلاف الجغرافيا حينذاك عنها فى الوقت الحاضر، تجعل مثل هذا التخمين عاما غير دقيق · ولننظر ماذا نستطيع أن نقوله عن فصائل زواحف العصر الكريتاسى (وقد نشأ معظمها قبل الكريتاسى بوقت طويل) :

التماسيح : أقدم التماسيح ظهرت فى تكوينات وسط الترياسى . فى قارة جندوانالاند (أمريكا الجنوبية) · ومن ثم فقارة جندوانالاند هى الوطن الأصلى المقترح ·

ساوريشيا : أول الدناصر التى تنتمى لهذه الفصيلة ظهر فى القارتين العملاقتين فى سط الترياسى ، ولكنها أكثر تنوعا فى القارة الجنوبية · ومن ثم يمكن أن تقترح جندوانالاند مؤقتا ·

أورميشيزيا : يظهر هذا الديناصور فى العصر الترياسى الأعلى فى جنوب افريقيا (جندوانالاند) وغزا لوراسيا بعد ذلك · معنى هذا أن منشأه هو جندوانالاند·

بتروساوريا : أقدم حفريات للديناصور الطائر وجدت فى طبقات أوائل الجوراسى



اربعة ثدييات اكلة للنمل تكيفت لنفس ظروف المعيشة ، رغم أن كلا منهـــا ينتمى الى فصيلة ثديية مختلفة • وظهورها دليل على ظاهرة تطـــورية تسمى التــــلاقى • اكل النمل فى العالم الجديد ينتمى الى فصـــيلة عديمة الأسنان • والعائلة الافريقية هى الوحيدة من فصيلة Tubulidenka والعائلتان الاسيوية والافريقية من فصيلة فوليدوتا • واكل النمل الشوكى الاسترالى ثديى بدائى من فصيلة مونودريماتا •

فى اوروبا • وهى تمثل اشكالا متخصصة تخصصا دقيقا ، الا ان سابقاتها غيـــر معروفة • لذلك لا نستطيع أن نصل الى نتيجة فيما يتعلق بنشاته •

شيلونيا : وجدت السلاحف فى تكوينات لوراسيا الجوراسية • ولم يوجد منها شيء فى جندوانالاند قبل العصر الكريتاسى • وهذا يشير الى ان أصلها فى لوراسيا • ويوجد من ناحية اخرى سابقات للزواحف فى طبقات البرمى فى جنوب افريقيا • فاذا كان الشكل البرمى سلفا فعلا للسلاحف فمعنى هذا ان منشاها هو جندوانالاند وعلى اية حال فمركز هذه الفصيلة هو بلا شك القارة العملاقة الشمالية •

سكواماتا : وجدت السحالى القديمة فى أواخر الترياسى فى الشمال • أى أن منشاها هو القارة العملاقة الشمالية لوراسيا • الا ان هذه السحالى لسوء الحظ منزلقة ضالة • فلابد وان لها تاريخ طويل ، لا نعرف عنه شيئا الآن •

تشوريستوديرا : شبيهة التماسيح وجدت حفرياتها فى امريكا الشمالية واوروبا ومن ثم فيعتقد ان منشاها هى لوراسيا •

يظهر اذن أن هذه الفصائل الثلاث ، من التماسيح والدناصر ربما قد نشـأت فى جندوانالاند ، وأن ثلاث اخرى هى السحالى والسلاحف والثعابين والشمبوصور ربما نشأت فى لوراسيا· وان عدد الأنماط الأصليةالمتكيفة معالبيئة ستة جندوانالاند واربعة فى لوراسيا ؛ وربما كان التفرع فى جندوانالاند اكثر ثراءا منه فى لوراسيا، لأن القارة الجنوبية كانت اكبر حجما واكثر تنوعا فى البيئات من القارة الشمالية · ويبدو أن مناخ لوراسيا كان مداريا او معتدلا · وكانت أجزاء جندوانالاند الجنوبية يغطيها الجليد الكثيف فى أواخر الزمن السابق لزمن الحياة الوسطى ، اما سواحلها الشمالية المطلة على بحر تثيس فكانت مدارية المناخ ·

ورغم أن بعض مجموعات الزواحف مثل الشامبوصورس كانت مقصورة عـلى احدى القارتين العملاقتين دون الأخرى ، فان معظم فصائل الزواحف ما لبثت ان انتشرت فى القارتين معا· · ومعنى هذا انه لابد وأن كانت هناك وسيلة للحيوانات البرية تمكنها من عبور بحر تيثس ، وكان هذا البحر القديم ضيقا فى الغرب متسعا فى الشرق· ومهما يكن من امر هذا المعبر الأرضى الذى كان موجودا ، فانه لابد وان كان فى الغرب· وعلى اية حال فان هجرة الزواحف عبر هذه المسالك يدل على أن الاختلافات بين انواعها لم تكن كبيرة فى زمن الحياة الوسطى · وأن الشمس فى النهاية غربت فى اواخر ايام الزواحف على عالم متجانس فيها ·

الثدييات الأولى فى لوراسيا

كانت ظروف تطور الثدييات مختلفة تماما عن ظروف تطور الزواحف · ففى أوائل العصر الكريتاسى ووسطه كانت الصلات بين القارات اوثق ، مما مكن اسلاف الثدييات من الانتشار فى كل العالم · ولكن عندما بدات القارات فى الزحزحة والابتعاد بعضها عن بعض ، اصبحت الحيوانات البدائية التى تسكنها منعزلة بعضها عن بعض · وكانت هذه حالة ثدييات القارات التى انفصلت عن قارة جندوانالاند بصفة خاصة كما سنرى فيما بعد · وبدات امريكا الشمالية تنفصل عن لوراسيا وتبتعد عن اوروبا . ولكن هذا التباعد لم يكن كبيرا فى بدء عصر الثدييات ، وهناك بعض الادلة تشير الى ان بعض المعابر الأرضية ظلت باقية حتى أوائل الزمن الثالث · وكانت حيوانات امريكا الشمالية واوروبا متشابهة او متطابقة حتى اوائل الايوسين كما انه كانت هناك وصلة ارضية خلال زمن الحياة الحديثة بين الاسكا وسيبيريا . وكان البحر الداخلى الممتد من بحر تيتس الى المحيط المتجمد يمثل حاجزا كاملا امام اى هجرة من اوروبا الى اسيا فى أوائل الزمن الثالث · وكانت الهجرة ممكنة فقط عن طريق امريكا الشمالية ·

وبهذه الطريقة كونت القارات الثلاثة الناجمة من تمزق قارة لوراسيا القـديمة ثلاث كتل شبه منعزلة ، أو ثلاث نويات منفصل بعضها عن بعض ونشأت عدة فصائل من الثدييات فى هذه النويات اللوراسية ، منها سبع مندثرة الآن ولكنها تشمل انماطا ذات مجالات واسعة ، تشمل عاشبات من ذوات الحافر البدائية ، ولاحمات وآكلات للحشرات وقوارض • أما الفصائل التى نشأت فى القارات الشمالية والتى لا وجود لها اليـوم فهى :

اكلات الحشرات : الخلد Moles ، القنافذ ، العلس الشجرى Shrews وما اليها • واقدم حفرية لأكل الحشرات وجدت فى طبقات أواخر الكريتاسى من أمريكا الشـمالية وآسيا •

الوطاويط Chiraptera ووجدت حفرية أقدم وطواط في طبقات الايوسـين القديم فى أمريكا الشمالية • وبعد ذلك بقليل وجدت فى أوروبا •

الرئيسيات Primates • طلائع القردة Prosimian (مثل التارسيير والليمور) والنسانيس والقردة والانسان • وقد وجدت الرئيسيات الأولى اخيرا فى طبقات أواخر الكريتاسى فى أمريكا الشمالية • ثم اصبحت شائعة فى اوائل الزمن الثالث فى أوروبا •

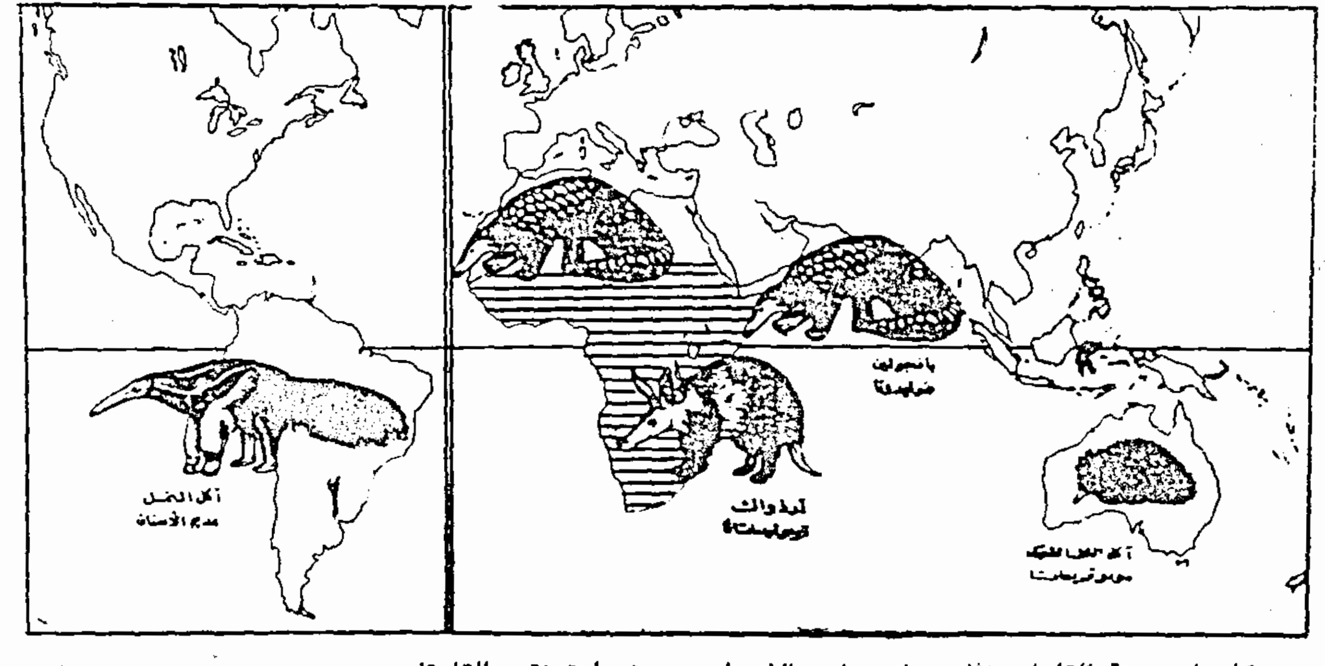
اكلات اللحم او اللاحمات ، القطط والكلاب والدببة وأبناء عرس وما اليها وقد ظهرت الثلاثة الأولى فى طبقات الباليوسين فى أمريكا الشمالية •

غير مشقوقة الحافر Perissodoctyla : الخيل والتابيرات وغيرها من ذوات الحافر فردية العدد • وقد عثر على اقدمها فى بدء الايوسين فى نصف الكرة الشمالى •

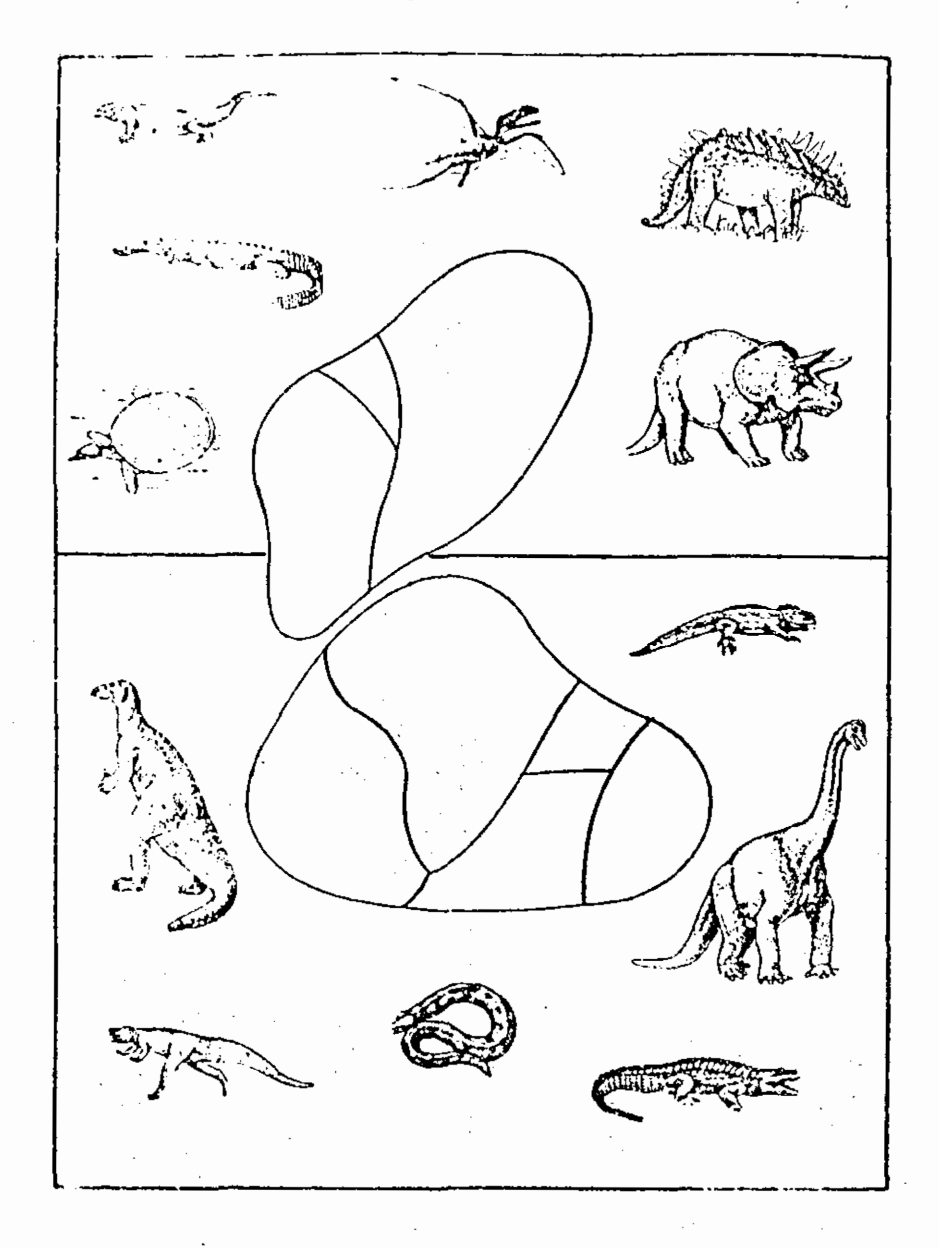
ذوات الحافر المشقوق Artiodactyla مثل الماشية ، والغزال والخنازير وغيرها من ذوات الحوافر مزدوجة العدد • وهى مثل سابقتها وجدت فى أوائل الايوسين فى نصف الكرة الشمالى •

القوارض مثل الجرذان والفئران والسنجابى والقندس Beaver وما اليها • وظهرت أول القوارض فى الباليوسين فى أمريكا الشمالية • Pholidota النبغولات • واقدمها ظهـر فى أوروبا فى طبقـات الزمن الثـلاثى الأوسط •

وان العثور على حفريات أى فصيلة من فصائل الثدييات فى طبقات رسوبية فى أمريكا الشمالية وليس فى اوروبا او آسيا ليس يعنى بالضرورة انها نشأت فى



كان لزحزحة القارات تاثير على تطور الثدييات ـ عندما تمزقت القارتان العملاقتان فى أوائل زمن الحياة الحديثة • ورغم ان أوروبا وآسيا قد فصلهما بحر ، الا انهما ظلتا متصلتين بأمريكا الشمالية • وقد ادت حرية الحركة الى عدم التاكد من المكان الأصلى لكثير من الثدييات • ولكن انفصال جندوانا وبعدها عن بقية القارات ادى الى تطور ثدييات خاصة بجنوب افريقيا وأمريكا الجنوبية واستراليا



القارتان العملاقتان اللتان كانتا موجودتين فى زمن الحيـــاة الوسطى ، لوراسيا فى الشمال وجندوانا فى الجنوب · عاشت فيها ١٢ مجمـــوعة كبرى من الزواحف وقد وجدت حفرياتها فى رواسب العصر الكريتاسى · وكانت الهجرد تتم بين القارتين عن طريق معبر ارضى فى بحـــر ثيثس

الشمال . أوراسيا وجرينلندة وأمريكا الشمالية

الجنوب استراليا والهند وافريقيا وأمريكا الجنوبية والقـــارة القطبية الجنوبية ·

امريكا الشمالية . وربما كان هذا يعنى أننا نعرف عن رسوبيات أمريكا الشمالية اكثر مما نعرفه عن رسوبيات أوراسيا . وكل ما نستطيع قوله هو أن ١٦ فصيلة من فصائل الثدييات المنقرضة قد تكون منشؤها نصف الكرة الشمالى .

الثدييات الأولى فى أمريكا الجنوبية

يبدو أن جندوانالاند قد سبقت فى التمزق قارة لوراسيا . ولا ريب أن هذا التمزق كان له نتائج كبيرة واذا نظرنا الى أمريكا الجنوبية نلاحظ أن هذه القارة كانت متصلة بامريكا الشمالية فى بدء الزمن الثالث . ولكنها اصبحت منفصلة عنها بقية هذا الزمن. والدليل على ذلك هو وجود حفريات من فصائل امريكا الجنوبية فى طبقات الزمن الثالث فى امريكا الشمالية . مثل حفائر اكلات النمل Edentata (الفصيلة التى تشتمل الآن على الدببة آكلات النمل والاماديللو والسلوث) . وصاحبات الحافر (ذوات الحافر العاشبة المنقرضة) .

وهناك اربع فصائل اخرى خاصة بامريكا الجنوبية وحدها ، Paucituberulata (جرذان الابوسوم وغيرها من صاحبات الجراب Marsupials ، وشبيهات الفيل القديمة Pyrotheria، وصاحبات الحافر العاشبة القديمة Litopterma وتشمل بعض انواع تشبه الخيل والجمال . واخرى ذات شكل عجيب تسمى Astrapotheria وهكذا نجد ست فصائل منقرضة أو باقية نشأت فى أمريكا الجنوبية . وهناك فصيلة سابعة، ربما كانت اقدم عهدا ، هى فصيلة صاحبات الجراب المفترسة Marsupicarrnivera وهذه الفصيلة واسعة الانتشار فى أمريكا الجنوبية والشمالية وأوروبا واستراليا ، حتى انه ليصعب معرفة وطنها الأصلى . فهى تشمل الى جانب صاحب الجراب المفترس المنقرض ، الابوسوم الذى يعيش فى العالم الجديدة ، و « القطط » و « الذئاب » الاسترالية الاصلية .

وكان اكبر حاجز يفصل بين الأمريكتين فى الزمن الثالث هو خانق بوليفار . وكان هذا الذراع البحرى يشق طريقه فى الطرف الشمالى الغربى الأقصى لأمريكا الجنوبية. وقد ارتفع قاع هذا الخانق فوق مستوى البحر مكونا أرضا جبلية فى أواخر الزمن الثالث . وكان هناك ذراع بحرى آخر أشرت اليه من قبل يحل محل حوض الأمازون الحالى . وهذا بدوره أكد عزلة الأجزاء الجنوبية من أمريكا الجنوبية .

ويحيط الغموض بدور افريقيا بوصفها مركزا للتكيف والانتشار الحيوانى ، فنحن لا نعرف شيئا عن ثديياتها قبل نهاية الايوسين ونحن نعرف أن مساحة كبيرة من القارة كانت تغطيها بحار هامشية فى أوائل الزمن الثالث . وأنها حينئذ كانت ممزقة الى

جزيرتين أو ثلاث . الا انه كان هناك معبر أرضى الى أوراسيا حتى فى عصر الايوسين. وقد هاجر كثير من ثدييات افريقيا فى العصر التالى (الاوليجوسين) من الشمال أو الشمال الشرقى . الا أن معظم ثدييات افريقيا أصيلة نشأت فى القارة . وهى تشمل الفصائل الآتية :

الفيلة Probocidea وتشمل الفيلة والماستودون .
Hyracoidea وتشمل Conies واقاربها المندثرة .
Embrithopods فصيلة ثديية ضخمة جدا .
Tubulidentata وهى فصيلة من اكلات النمل الافريقية .

والى جانب ذلك فان فصيلة السيرينيا Sirenia التى تتكون من الأطوم المائى وخروف البحر تقترب من البروبوسيديا ، ومن ثم فانها أيضا نشأت فى افريقيا. وقد يصدق هذا أيضا على الثدييات المائية مثل الديسمونتيليا المنقرضة والتى يبدو انها قريبة للفيل ، والثغرة الوحيدة فى هذا التفسير هى أن الحفريات الديموستيلية لا توجد الا فى شمالى المحيط الهادى ، والتى يبدو انها بعيدة جدا عن افريقيا ، غير ان هذه الحيوانات كانت تنتقل فى الماء، وربما عبرت الأطلنطى الذى كان بحرا ضيقا فى ذلك الحين ، ثم عبرت بحر بوليفار ثم وجدت نفسها (مثل كورتيز) فى المحيط الهادى .

الثدييات الأولى فى افريقيا

وهكذا يمكن ان نرجع اربع أو ست فصائل من الثدييات الى أصل افريقى . وهنا يجب أن نلاحظ أن افريقيا كانت غنية بالثدييات فى عصر الاوليجوسين . ومعنى هذا أن فصيلة الرئيسيات كانت ذات تاريخ طويل نسبى فى أفريقيا . قبل ذلك العصر .. ورغم أن هذه الفصيلة لم تنشأ فى أفريقيا ، فمن الممكن أن تكون الرئيسيات العليا ـ نسانيس العالم القديم ، والقردة وأسلاف الانسان ـ قد نشأت فيها . ومعظم حفريات الرئيسيات التى وجدت فى تكوينات الاوليجوسين الافريقية كانت لقردة بدائية أو نسانيس ، ولكن هناك شكل واحد على الأقل هو Propliopithecus طليعة القرد القديم ، الذى تشبه اسنانه اسنان الانسان .

بقية جندوانالاند

لا نعرف الا القليل عن الدور الذى لعبته الهند والقارة القطبية الجنوبية فى الجغرافية الحيوانية للزمن الثالث . فحفريات الثدييات التى ترجع الى أوائل الزمن الثالث غير موجودة أيضا فى استراليا . فيمكن اذن أن نفترض أن ثدييات استراليا قد

نشأت فيها • وهذه تشمل فصيلتين من صاحبات الجراب . البيراميلينا Peramelina وتتكون من أنواع البانديكوت . واليدبروتودندا Diprotodonta وتشتمل على الكنغر ونوع من الوطواط والفلنغر وعدد من الأنواع المنقرضة • ومن الممكن أن تكون مجموعة Monotremata التى تشمل آكل النمل الشوكى والبلاتيلوس ثدييات استرالية الأصل •

وصفوة القول أن قارات لوراسيا الثلاث انتجت ١٦ فصيلة ثديية أو بمتوسط ٥ ـ ٦ فصائل لكل قارة • اما عن جندواناالاند فامريكا الجنوبية انتجت ٦ فصائل وافريقيا ٤ ـ ٦ واستراليا ٢ • ولا غرابة فى ذلك فاستراليا قارة صغيرة • فهناك اذن تشابه غريب فى عدد فصائل من القارتين الشمالية والجنوبية • ويجب أن يقارن سجل الثدييات بسجل الزواحف الكريتاسية ، والذى يبين أن القارتين العملاقتين قد نشأ فيهما ١٢ ـ ١٣ فصيلة أو أشباه فصائل متميزة • ويبدو أن انتظاما معينا قد حدث ، كما لو أن نواة واحدة تفرع منها وقتا ما عدد معين من التنوعات الحيوانية •

ومع مرور الزمن خلال الزمن الثلاثى ، تكونت معابر ارضية جديدة بدلا عن المعابر التى غطست تحت الماء بتمزق القارتين العملاقتين • وقد انفصلت افريقيا عن اوراسيا فى عصرى الأوليجوسين والميوسين • وانتشرت الثدييات اللوراسية الى افريقيا وزاحمت الأشكال المحلية ، ولكن فى نفس الوقت خرجت بعض الثدييات الافريقية مثل المستودون والفيلة وغزت العالم كله • أما فى نصف الكرة الغربى فقد تبع جفاف خندق بوليفار حركة هجرة الثدييات فى كل اتجاه بين الأمريكتين وحدثت منافسة شديدة بين ثديياتهما • وهلك كثير من ثدييات امريكا الجنوبية وانقرض ، ولكن قليل منها استطاع أن يقاوم ويشق طريقه الى امريكا الشمالية لكى يصبح جزءا من ثديياتها فى العصر الجليدى •

والهند جزء من جندواناالاند إصبح فى النهاية جزءا من الهند ، ولابد وانها اسهمت للحيوانات الأرضية الآسيوية • ولكننا لا ندرى بأى شىء اسهمت • ولم يبق منعزلا من الثدييات المتطورة القديمة سوى ثدييات استراليا والقارة القطبية الجنوبية • وقد انقرضت وهلك من البرد منذ زمن بعيد ثدييات القارة القطبية الجنوبية • ولم تبق سوى استراليا ، القارة الجزيرة التى لا تزال تحتفظ بثديياتها القديمة •

واذا كان تمزق القارات قد ادى الى تنوع الثدييات ، فان اندماجها قد ادى الى زيادة الصراع فيما بينها والابقاء على اصلحها • وقد حدث انقراض لعدد كبير منها ، فهناك ١٢ فصيلة انقرضت خلال الزمن الثالث ، معظمها مما نشأ فى الجزر القارات، مما يدل على أن القارات التى تتسم بشبه العزلة مثل قارة لوراسيا تميل الى ان تكون اقاليم حيوانية شبه منعزلة، وانتكون اوطانا لنشأة انواع اكثر صلاحية للبيئة مما تنتجه

النويات المعزلة تماما فى نصف الكرة الجنوبى ٠ الا أن ليس معنى هذا أن كل أنواع جندوانالاند كانت قليلة الصلاحية ٠ فقد كانت آكلات النمل والفيلة حيوانات صالحة ابيناتها ٠

وفيما يتعلق بالثدييات ، فاننا نستطيع أن نتعرف على أربعة أقاليم كبرى جغرافية حيوانية فى العالم الآن ٠ الاقليم الهندى القطبى Holarctic-Indean ويتكون من أمريكا الشمالية وأوراسيا وجنوبى افريقيا ٠ والاقليم المدارى الجديد Neotropical ويتكون من أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية والاقليم الاثيوبى Ethiopian ويتكون من أفريقيا جنوبى الصحراء واستراليا ٠ ومعنى هذا انخفاض عدد الاقاليم من سبعة يسكنها ٢٠ فصيلة من الثدييات الى أربعة يسكنها ١٨ فصيلة ٠ وانخفاض عدد الأنواع والفصائل متناسب مع انخفاض عدد الأقاليم ٠

ونستنتج من هذا أننا أنفسنا ، بوصفنا شبه فصيلة داخل فصيلة الرئيسيات ربما كان أصلنا تفرع حدث فى احدى القارات الجزر المنفصلة عن جندوانالاند ٠ وقد لاحظت أن احدى رئيسيات الاوليجوسين من أصل افريقى ربما كان قريبا من الخط البشرى٠ وما أن حل الميوسين حتى كان هناك بشريات حقيقية فى افريقيا . تعرف عليها بعض الثقاة كأعضاء فى جنس قردة راما Ramapithecus أو جنس قردة كينيا Kenyapithecus ٠ ويبدو أن هذه البشريات انتشرت الى آسيا وأوروبا فى نهاية الميوسين ٠ فعملية تمزق القارات والتئامها اذن ـ كما يبدو ـ قد لعبت دورا فى نشأة الانسان . كما لعبت فى نشأة الثدييات الأرضية الأخرى ٠

بيلوغـــرافيا

١ ـ ظاهرة التطـــور
٢ ـ أقدم مراحل الحيـاة
٣ ـ كيف تكونت الحفريات وماذا تدل عليه ٠
٤ ـ الشعاب ، الدناصر ، الثدييات والبشر
٥ ـ بعض الأنماط الرئيسية فى تاريخ الحياة

BIBLIOGRAPHIES

I THE PHENOMENON OF EVOLUTION

1. Charles Darwin

The Foundations of the Origin of Species. Charles Darwin. Cambridge University Press, 1909.

The Life and Letters of Charles Darwin. Edited by Francis Darwin. D. Appleton and Company, 1888.

2. The Genetic Basis of Evolution

Genetics and the Origin of Species. Theodosius Dobzhansky. Columbia University Press, 1937.

3. Darwin's Missing Evidence

The Contribution of Industrial Melanism in the Lepidoptera to Our Knowledge if Evolution. H. B. D. Kettlewell in **The Advancement of Science**, Vol. 13, No. 52, pages 245-252; March, 1957.

Further Selection Experiments on Industrial Melanism in the Lepidoptera. H. B. D. Kettlewell in **Heredity**, Vol. 10, Part 3, pages 287-301; December, 1956.

A Résumé of Investigations on the Evolution of Melanism in the Lepidoptera. H. B. D. Kettlewell in **Proceedings of the Royal Society of London**, Series B, Vol. 145, No. 920, pages 297-303; July 24, 1956.

Selection Experiments of Industrial Melanism in the Lepihoptera. H.B.D. Kettlewell in **Heredity**, Vol. 9, Part 3, pages 323-342; December, 1955.

A Survey of the Frequences of **Biston Betularia** (L.) (L'ep.) and Its Melanic Forms in Great Britain. H. B. D. Kettlewell in **Heredity**, Vol. 12, Part 1, pages 51-72; February, 1958.

4. Darwin's Finches

Darwin's Finches. David Lack. Cambridge University Press, 1947.

Systematics and the Origin of Species. Ernst Mayr. Columbia University Press, 1942.

II EARLIEST TRACES OF LIFE

5. The Oldest Fossils

Microorganisms from the Gunflint Chert. Elso S. Barghoorn and Stanley A. Tyler in **Science,** Vol. 147, No. 3658, pages 563-577; February 5, 1965.

Microorganisms Three Billion Years Old from the Precambrian of South Africa. Elso S. Barghoorn and J. William Schopf in **Science,** Vol. 152, No. 3723, pages 758-763; May 6, 1966.

Precambrian Micro-organisms and Evolutionary Events Prior to the Origin of Vascular Plants. J. William Schopf in **Biological Reviews,** Vol. 45, No. 3, pages 319-352; August, 1970.

Chemical Evolution and the Origin of Life: A Comprehensive Bibliography. Compiled by Martha W. West and Cyril Ponnamperuma in **Space Life Sciences,** Vol. 2, No. 2, pages 225-295; September, 1970.

6. Pre-Cambrian Animals

The Geology and Late Precambrian Fauna of the Ediacara Fossil Reserve. M. M. F. Glaessner and B. Daily in **Records of the South Australian Museum,** Vol. XIII, No. 3, pages 369-401; July 2, 1959.

The Oldest Fossil Faunas of South Australia. M. F. Glassner in **Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau.** Vol. 47, No. 2, pages 522-531; 1958.

Search for the Past. J. R. Beerbower. Printice-Hall, 1960.

Time, Life and Man: The Fossil Record. R.A. Stirton. John Wiley and Sons, 1959.

III HOW FOSSILS OCCUR AND WHAT THEY TELL US

7. Corals as Paleontological Clocks

Changes in the Earth's Moment of Inertia. S. K. Runcorn in **Nature,** Vol. 204, No. 4961, pages 823-825; November 28, 1964.

Coral Growth and Geochronometry. John W. Wells in **Nature,** Vol. 197, No. 4871, pages 948-950; March 9, 1963.

Coral Growth-Rate, an Environmental Indicator. E. A. Shinn in **Journal of Paleontology,** Vol. 40, No. 2, pages 233-240; March, 1966.

Periodicity in Devonian Coral Growth. Colin T. Scrutton in **Palaeontology,** Vol. 7, Part 4, pages 552-558; January, 1965.

8. The Petrified Forests of Yellowstone Park

Cenozoic Stratigraphy and Structural Geology, Northeast Yellowstone National Park, Wyoming and Montana. Charles W. Brown in **The Geological Society of America Bulletin,** Vol. 72, No. 8, pages 1173-1193; August, 1961.

Fossil Flora of the Yellowstone National Park. Frank Hall Knowlton in **United States Geological Survey Monographs,** Vol. 32, Part 2, pages 651-791. Government Printing Office, 1899.

Tertiary Fossil Forests of Yellowstone National Park, Wyoming. Erling Dorf in **Billings Geological Society Guidebook of the Eleventh Annual Field Conference,** 1960.

9. Insects in Amber

Ancient Insects; Fossils in Amber and Other Deposits. Charles T. Brues in **The Scientific Monthly,** Vol. 17, No. 4, pages 289-304; October, 1923.

Progressive Change in the Insect Population of Forests Since the Early Tertiary. Charles T. Brues in **The American Naturalist,** Vol. 67, No. 712, pages 385-406; September-October, 1933.

10. Fossil Behavior

Biogenic Sedimentary Structures. Adolf Seilacher in **Approaches to Paleocology,** edited by John Imbrie and Norman Newell. John Wiley and Sons, 1964.

Paleontological Studies on Turbidite Sedimentation and Erosion. Adolf Seilacher in **The Journal of Geology,** Vol. 70, No. 2, pages 227-234; March, 1962.

Trace Fossils and Problematica. Walter Häntzschel in **Treatise on Invertebrate Paleontology: Part W,** edited by Raymonh C. Moore. Geological Society of America and University of Kansas Press, 1962.

Vorzeitliche Lebensspuren. Othenio Abel. Verlag von Gustav Fischer, 1935.

11. Micropaleontology

Atlantic Deep-Sea Sediment Cores. Davih B. Ericson, Maurice Ewing, Goesta Wollin and Bruce C. Heezen in **Bulletin of the Geological Society of America,** Vol. 72, No. 2, pages 193-286; February, 1961.

Catalogue of Foraminifera. Edited by Brooks Fleming Ellis and Angelina R. Messina. American Museum of Natural History, 1940 --.

Ecology and Distribution of Recent Foraminifera. Fred B. *Phleger.* Johns Hopkins Press, 1960.

Introduction to Microfossils. Daniel J. Jones Harper and Row, 1956.

Principles of Micropalaeontology. Martin F. Glaessner. John Wiley and Sons, 1947.

IV REEFS, DINOSAURS, MAMMALS, AND HUMANS

12. The Evolution of Reefs

Revolutions in the History of Life. Norman D. Newelli in **Uniformity and Simplicity : A Symposium on the Principle of the Uniformity of Nature.** The Geological Society of America, Special Paper 89, edited by Claude C. Albritton, Jr., 1967.

An Outline History of Tropical Organic Reefs. Norman D. Newelli in **American Museum Novitates,** No. 2465; September 21, 1971.

Reef Organisms through Time. Proceedings of the North American Paleontological Convention, edited by Ellis Yochelson. Allen Press, 1971.

13. Dinosaur Renaissance

Ecology of the Brontosaurs. Robert T. Bakker *in* **Nature,** Vol. 229, No. 5281, pages 172-174; January 15, 1971.

Dinosaur Monophyly and a New Class of Vertebrates. Robert T. Bakker and Peter M. *Galton in* **Nature,** Vol. 248, No. 5444, pages 168-172; March 8, 1974.

Experimental and Fossil Evidence of the Evolution of Tetrapod Bioenergetics. Robert T. **Bakker in Perspectives in Biophysical Ecology**, edited by David Gates and Rudolf Schmerl. Springer-Verlag, 1975

14. The Ancestors of Mammals

The Mammal-Like Reptile Lycaenops. Edwin H. Colbert in the **Bulletin of the American Museum of Natural History**, Vol. 89, pages 353-404; 1948.

The Mammal-Like Reptiles of South Africa and the Origin of Mammals. Robert Broom H.F. and G. Witherby, 1932.

15. The Cave Bear

Die Dráchenhöhle bei Mixnitz. Edited by O. Abel and G Kyrle. Speläologische Monographien, Vienna, 1931.

A Review of Fossil and Recent Bears of the Old World. D.P. Erdbrink. Deventer, 1953.

Pleistocene Mammals of Europe. Björn Kurtén. Alline Publishing Company, 1968.
Cave Bears, Björn Kurtén in **Studies in Speleology**, Vol. 2, Part 1, pages 13-24; July, 1969.

16. Homo erectus

Mankind in he Making, rev. ed. William W. Howells. Doubleday and Company, 1967.

The Nomenclature of the Hominidae. Bernarh G. Campbell. Occasional Paper No. 22, Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, 1965.

The Taxonomic Evolution of Fossil Hominids, Ernst Mayr in **Classification and Human Evolution**, edited by Sherwood L. Washburn. Viking Fund Publications in Anthropology, No. 37, 1963.

17. The Distribution of Man

Human Ancestry from a Genetical Point of View. Reginald Ruggles Gates. Harvard University Press, 1948.

Mankind in the Making. William White Howells. Doubleday and Company, 1959.

Races: A Study of the Problems of Race Formation in Man. Carleton S. Coon, Stanley M. Garn and Joseph B. Birdsell. Charles C. Thomas, 1950.

The Story of Man. Carleton Stevens Coon. Alfred A. Knopf, 1954.

V SOME MAJOR PATTERNS IN THE HISTORY OF LIFE

18. Crises in the History of Life

Biotic Associations and Extinction. David Nicol in **Systematic Zoology,** Vol. 10, No. 1, pages 35-41; March, 1961.

Evolution of Late Paleozoic Invertebrates in Response to Major Oscillations of Shallow Seas. Raymond C. Moore in **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College,** Vol. 112, No. 3, pages 259-286; October, 1954.

Paleontological Gaps and Geochronology. Norman D. Newell in **Journal of Paleontology,** Vol. 36, No. 3, pages 592-610; May, 1962.

Tetrapod Extinctions at the End of the Triassic Period. Edwin H. Colbert in **Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.,** Vol. 44, No. 9, pages 973-977; September, 1958.

19. Plate Tectonics and the History of Life in the Oceans

Dynams in Metazoan Evolution. R. B. Clark. Oxford University Press, 1964.

Global Tectonics and the Fossil Record. James W. Valentine and Eldridge M. Moores in **The Journal of Geology,** Vol. 80, No. 2, pages 167-184; March, 1972.

Evolutionary Paleoecology of the Marine Biosphere. J. Valentine. Prentice-Hall, 1973.

A Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics A. A. Hallam. Oxford University Press, 1973.

20. Continental Drift and Evolution

Vertebrate Paleontology. Alfred Sherwood Romer. University of Chicago Press, 1966.

The Age of the Dinosaurs. Björn Kurtén. World University Library, 1968.

المحتويات

القسم الثالث

القسـم الرابع

القسم الخـامس

بعض الانماط العامة فى التاريخ المبكر للحياة ٣٠٧ ـ ٣٦٩


غلاف
مطبعة الانتصار
ELENTSAR PRESS
١٠ ش الوردى كوم الدكة – ت : ٤٩١٦٥٩٧